جمهورية مصر العربية
وزارة التربية والتعليم
قطاع الكتب

الكيمياء

للصف الأول الثانوى الفنى
(نظام الثلاث سنوات)
زراعى - صناعى

٢٠٠٨ ـ ٢٠٠٩

جمهورية مصر العربية
وزارة التربية والتعليم
قطاع الكتب

الكيمياء

للصف الأول الثانوى الفنى
(نظام الثلاث سنوات)
زراعى - صناعى

إعداد

أ.أسعد على فرج عزب **أ.إلهام أحمد إبراهيم**

مراجعة

أ.كريمة عبد العليم سيد

٢٠٠٨ ـ ٢٠٠٩

المقدمة

انطلاقاً من المحاولات الجادة المخلصة لتطوير التعليم بجميع مراحله وخاصة التعليم الفنى بهدف تنمية قدرات الفهم والابتكار يسعدنا أن نقدم هذا الكتاب لأبنائنا طلاب الصف الأول بالمدارس الفنية (الصناعية والزراعية) نظام الثلاث سنوات وقد روعى فى إعداد هذا الكتاب بساطة الأسلوب ووضوح المعنى والتدرج فى المادة العلمية واستخدام الأسلوب العلمى فى التفكير والملاحظة والتطبيقات التى تخدم الحياة العملية للطالب. كما وضعنا فى بداية الكتاب فكرة مبسطة عن الصيغة الكيميائية والحساب الكيميائى لتدريب الطالب على العمليات الحسابية والتى يعتمد عليها حساب كميات المنتج الصناعى أو الزراعى.

نسأل الله أن يحقق هذا الكتاب كل ما يصبو إليه كل من الطالب والمعلم من نجاح وتميز.

والله ولى التوفيق.

المؤلفون

محتوى الكتاب

الوحدة الأولى رقم الصفحة

الصيغ الكيميائية والحساب الكيميائى ---------- ٥

الفصل الأول : الصيغ الكيميائية – المول ---------- ٦

الفصل الثانى : المعادلة الكيميائية ---------- ١٤

الفصل الثالث: الحساب الكيميائى ---------- ٢٢

أسئلة عامة لمراجعة الوحدة الأولى ---------- ٤٢

الوحدة الثانية

دراسة بعض العناصر من الجدول الدورى وأهم مركباتها ---------- ٥٠

الفصل الأول : مقدمة عن الجدول الدورى الحديث ---------- ٥١

الفصل الثانى : عناصر المجموعة الأولى – الصوديوم ---------- ٦٤

الفصل الثالث : عناصر المجموعة الثانية - الكالسيوم ---------- ٧١

الفصل الرابع : عناصر المجموعة الخامسةA – النيتروجين ---------- ٧٧

أسئلة عامة لمراجعة الوحدة الثانية ---------- ٨٥

الوحدة الأولى

الصيغ الكيميائية والحساب الكيميائى

الفصل الأول: الصيغ الكيميائية – المول

الفصل الثانى: المعادلة الكيميائية

الفصل الثالث: الحساب الكيميائى

الفصل الأول

الصيغ الكيميائية - المول

أهداف الفصل الأول:

فى نهاية دراسة الطالب للفصل الأول ينبغى أن يكون قادراً على أن:

- يعرف الصيغة الكيميائية.
- يحدد الصيغة الكيميائية للمادة.
- يعرف المول.

الفصل الأول
الصيغ الكيميائية - المول

تنقل لنا الصيغة الكيميائية لأى مركب بعض المعلومات عن العناصر التى يتركب منها (نوع الذرات) وعن عدد هذه الذرات فى الجزئ، فهى صيغة تعطى بشكل مبسط النسبة بين أعداد ذرات كل عنصر موجود فى وحدة الصيغة الكيميائية وهى الجزئ.

فصيغة H_2O هى الصيغة الكيميائية للماء لأن جزئ الماء يحتوى على ذرتين هيدروجين وذرة أكسجين، يتضح مما سبق أن الصيغة الكيميائية يمكن تسميتها " الصيغة الجزيئية"

☜ **الصيغة الكيميائية (الجزيئية):**

هى صيغة رمزية بسيطة توضح نوع وعدد الذرات فى جزئ واحد من المادة.

- إذا علمت أن الصيغة الكيميائية لأكسيد الماغنسيوم هى MgO **فماذا تستنتج من هذه الصيغة؟**
- **ما نوع وعدد** الذرات فى جزئ مركب صيغته الجزيئية H_2O؟

🔔 **ملحوظة هامة:**

تبين الصيغ الكيميائية (الجزيئية) عدد المولات من كل عنصر فى المركبات المختلفة. فمثلا: صيغة بروميد الرصاص $PbBr_2$ يعنى أن:

كل واحد مول من بروميد الرصاص يحتوى على مول واحد من أيون الرصاص ومولين من أيون البروميد (علما بأن **المول** هو كتلة جزئ واحد من المادة معبراعنها بالجرامات)

☜ إيجاد الصيغة الكيميائية للمركب:

لإيجاد صيغة كيميائية معلومة مثل "أكسيد الماغنسيوم" يسخن شريط الماغنسيوم حتى تمام الاحتراق وتكوين مسحوق أبيض من أكسيد الماغنسيوم.

أكسيد الماغنسيوم $\xrightarrow{\Delta}$ أكسجين + ماغنسيوم

$$2Mg + O_2 \xrightarrow{\Delta} 2MgO$$

نعلم أن الكتلة الذرية للماغنسيوم ٢٤ وأن الكتلة الذرية للأكسجين ١٦

فإذا كانت كتلة الماغنسيوم المستخدم = ٠,٢٤ جرام.

وكتلة أكسيد الماغنسيوم الناتج = ٠,٤٠ جرام.

فإن كتلة الأكسجين المتفاعل يمكن حسابه من طرح كتلة الماغنسيوم من كتلة أكسيد الماغنسيوم كما يلى:

كتلة الأكسجين المتفاعل = ٠,٤٠ – ٠,٢٤ = ٠,١٦ جرام .

وبذلك يمكننا إيجاد الصيغة الكيميائية كما يلى:

الأكسجين

كتلة الأكسجين ٠,١٦ جم

الكتلة الذرية للأكسجين ١٦

$$\text{عدد مولات الأكسجين} = \frac{\text{كتلة الأكسجين بالجرام}}{\text{الكتلة الذرية}} = \frac{٠,١٦}{١٦} = ٠,٠١ \text{ مول}$$

الماغنسيوم

كتلة الماغنسيوم ٠,٢٤ جم

الكتلة الذرية للماغنسيوم ٢٤

$$\text{عدد مولات الماغنسيوم} = \frac{\text{كتلة الماغنسيوم بالجرام}}{\text{الكتلة الذرية}} = \frac{٠,٢٤}{٢٤} = ٠,٠١ \text{ مول}$$

∴ نسبة المولات بين الأكسجين والماغنسيوم ١ : ١

∴ الصيغة الكيميائية لأكسيد الماغنسيوم هى MgO.

⏳ وضح بمثال كيف يمكن إيجاد الصيغة الكيميائية لمركب؟

🔔 **ملحوظة هامة :**

الصيغة الكيميائية لأكسيد الماغنسيوم MgO تمثل أبسط نسبة تتواجد عليها العناصر فى هذا المركب وتسمى "الصيغة الأولية" وهى نفس صيغته الفعلية أو الحقيقية (MgO).

☜ **الصيغة الأولية لأى مركب:**

هى صيغة تمثل أبسط نسبة تتواجد عليها العناصر فى هذا المركب.

⏳ **ما المقصود بالصيغة الأولية؟**

⏳ **ما معنى أن الصيغة الأولية لأكسيد الماغنسيوم هى MgO ؟**

أمثلة محلولة:

مثـــال ١ :

أوجد الصيغة الكيميائية (الجزيئية) لمركب هيدروكربونى مجهول يجرى تحليله فى محاولة لمعرفة كتل مكوناته ، فكانت النتائج كما يلى :

كتلة الكربون = ٠,١٢ جرام كتلة الهيدروجين = ٠,٠٢ جرام

علما بأن الكتل الذرية لعناصره هى : (H = 1 ، C = 12)

الحـــل

الهيدروجين

كتلة الهيدروجين ٠,٠٢ جم

الكتلة الذرية للهيدروجين ١

$$\text{عدد مولات الهيدروجين} = \frac{\text{كتلة الهيدروجين بالجرام}}{\text{الكتلة الذرية}} = \frac{٠,٠٢}{١} = ٠,٠٢ \text{ مول}$$

الكربون

كتلة الكربون ٠,١٢ جم

الكتلة الذرية للكربون ١٢

$$\text{عدد مولات الكربون} = \frac{\text{كتلة الكربون بالجرام}}{\text{الكتلة الذرية}} = \frac{٠,١٢}{١٢} = ٠,٠١ \text{ مول}$$

أى أن نسبة عدد المولات بين الهيدروجين والكربون ٢ : ١

لذا فالصيغة الكيميائية لهذا المركب هى CH_2.

ملحوظة هامة :

بمعرفة التكافؤات والروابط فإنه لا يوجد مركب بهذا التركيب وأن أبسط المركبات الممكنة صيغتها الجزيئية هى : C_5H_{10} ، C_4H_8 ، C_3H_6 ، C_2H_4

لتحديد الصيغة الجزيئية لأحد المركبات الهيدروكربونية كما فى المثال الأول تقاس الكتلة الجزيئية للمركب ، فإذا كانت الكتلة الجزيئية لهذا المركب ٥٦ وكتلة المركب فى صيغته الأولية (١ ×١٢) + (٢ × ١) = ١٤

فإن عدد وحدات الصيغة الأولية $= \frac{٥٦}{١٤} = ٤$

وبذلك فإن الصيغة الجزيئية لهذا المركب هى : $C_4H_8 = CH_2 \times ٤$

مثـــال ٢ :

إذا كانت الكتلة الجزيئية لأحد المركبات الهيدروكربونية هى ٧٠ وكانت الصيغة الأولية هى CH_2 أوجد الصيغة الجزيئية لهذا المركب. (C = 12 ، H = 1)

الحـــل

أولاً: نحسب كتلة الصيغة الأولية وهى (١×١٢) + (٢×١) = ١٤

ثانياً: نحسب عدد وحدات الصيغة الأولية بقسمة الكتلة الجزيئية على كتلة الصيغة الأولية.

عدد وحدات الصيغة الأولية = الكتلة الجزيئية / كتلة الصيغة الأولية = ٧٠ / ١٤ = ٥

مما يعنى أن الصيغة الجزيئية لهذا المركب (٥) أمثال الصيغة الأولية

∴ الصيغة الجزيئية هى C_5H_{10}

مثـــال ٣ :

أوجد الصيغة الأولية لغاز، وجد أن عينة منه تحتوى على ٢,٣٤ جرام من N وعلى ٥,٣٤ جرام من O . (N = 14 ، O = 16)

الحـــل

الأكسجين

كتلة الأكسجين ٥,٣٤ جم

الكتلة الذرية للأكسجين ١٦

عدد مولات الأكسجين = كتلة الأكسجين بالجرام / الكتلة الذرية = ٥,٣٤ / ١٦ = ٠,٣٣٤ مول

النيتروجين

كتلة النيتروجين ٢,٣٤ جم

الكتلة الذرية للنيتروجين ١٤

عدد مولات النيتروجين = كتلة النيتروجين بالجرام / كتلة الذرية = ٢,٣٤ / ١٤ = ٠,١٦٧مول

أى أن نسبة عدد المولات ٢ : ١

لذلك فالصيغة الأولية لهذا الغاز هى NO_2.

مثـــال ٤ :

اوجد الصيغة الجزيئية لمركب صيغته الأولية NO_2 والكتلة الجزيئية له ٩٢

(N = 14 ، O = 16)

الحـــل

كتلة الصيغة الأولية وهى (١×١٤) + (٢×١٦) = ٤٦

$$\text{عدد وحدات الصيغة الأولية} = \frac{\text{الكتلة الجزيئية}}{\text{كتلة الصيغة الأولية}} = \frac{٩٢}{٤٦} = ٢$$

أى أن الصيغة الجزيئية لهذا المركب ضعف الصيغة الأولية

∴ الصيغة الجزيئية هى N_2O_4

مثـــال ٥ :

مركب هيدروكربونى يحتوى على ٨٢,٧٥ % من وزنه كربوناً والباقى هيدروجين أوجد الصيغة الكيميائية للمركب إذا علمت أن كتلته الجزيئية هى ٥٨ ،

(H = 1 ، C = 12)

الحـــل

الهيدروجين

النسبة المئوية الوزنية للهيدروجين ١٧,٢٥

الكتلة الذرية للهيدروجين ١

$$\text{عدد مولات الهيدروجين} = \frac{\text{النسبة المئوية الوزنية}}{\text{الكتلة الذرية}} = \frac{١٧,٢٥}{١} = ١٧,٢٥\text{مول}$$

الكربون

النسبة المئوية الوزنية للكربون ٨٢,٧٥

الكتلة الذرية للكربون ١٢

$$\text{عدد مولات الكربون} = \frac{\text{النسبة المئوية الوزنية}}{\text{الكتلة الذرية}} = \frac{٨٢,٧٥}{١٢} = ٦,٩ \text{ مول}$$

$$\text{حيث أن الأعداد النسبية للذرات} = \frac{\text{عدد مولات العنصر}}{\text{أقل عدد للمولات}}$$

$$\text{١- عدد الذرات النسبى للهيدروجين} = \frac{١٧,٢٥}{٦,٩} = ٢,٥$$

$$\text{٢- عدد الذرات النسبى للكربون} = \frac{٦,٩}{٦,٩} = ١$$

أى أن نسبة عدد المولات هى ٢,٥ : ١ أى ٥ : ٢

لذلك فالصيغة الأولية لهذا الغاز هى C_2H_5

مجموع كتل ذرات الصيغة الأولية C_2H_5 = ١٢ × ٢ + ٥ × ١ = ٢٤ + ٥ = ٢٩

∴ عدد مرات إحتواء الكتلة الجزيئية على كتلة الصيغة الأولية = $\frac{٥٨}{٢٩}$ = ٢

∴ الصيغة الجزيئية هى C_4H_{10}

الفصل الثانى
المعادلة الكيميائية

أهداف الفصل الثانى:

فى نهاية دراسة الطالب للفصل الثانى ينبغى أن يكون قادراً على أن:

- يكتب المعادلة الكيميائية بطريقة لفظية سليمة.
- يعرف خطوات كتابة المعادلة الكيميائية الموزونة.
- يحول المعادلة اللفظية إلى معادلة رمزية موزونة.
- يعبر عن التفاعلات الأيونية بمعادلات أيونية موزونة.

الفصل الثانى

المعادلة الكيميائية

إذا أردنا أن نصف أحد التفاعلات الكيميائية بدقة فيجب أن نوضح:

- ◄ نوعية المواد المتفاعلة.
- ◄ نوعية المواد الناتجة من التفاعل.
- ◄ تركيب وكميات والحالة الفيزيائية للمتفاعلات والنواتج.
- ◄ شروط التفاعل مثل : (درجة الحرارة – الضغط – العوامل الحفازة)

ويمكننا وصف التفاعل فى ضوء ما سبق بما يعرف بـ "المعادلة الكيميائية".

ملحوظة هامة :

- **المواد المتفاعلة** هى المواد التى يمكن أن يحدث لها تغير كيميائى ، والمواد الناتجة هى المواد الجديدة المتكونة نتيجة حدوث التفاعل الكيميائى.
- **العوامل الحفازة (المساعدة)** هى مواد تغير من سرعة التفاعل ولكنها لا تشترك فيه.

☜المعادلة الكيميائية:

هى وصف بسيط موجز للتغيرات الحادثة فى التفاعل الكيميائى.

يتطلب كتابة المعادلة الكيميائية ما يلى:

١- معرفة رموز العناصر والصيغ الكيميائية للمركبات التى تشملها المعادلة.

٢- معرفة المتفاعلات والنواتج وهى تعتمد على التجربة العملية والملاحظة.

٣- كتابة المواد المتفاعلة على يسار السهم ، والمواد الناتجة على يمين السهم.

٤- يكتب فوق السهم شروط التفاعل إن وجدت ودائما يشير إتجاه السهم إلى النواتج.

المواد المتفاعلة $\xrightarrow{\text{شروط التفاعل}}$ المواد الناتجة

٥- مساواة أعداد كل نوع من الذرات فى طرفى المعادلة الكيميائية أى مراعاة قانون بقاء (الكتلة) المادة.

مثـــال:

يمكن تمثيل تفاعل غازى الهيدروجين والنيتروجين لإنتاج غاز الأمونيا على النحو التالى:

غاز الأمونيا $\xrightarrow{\text{حرارة – ضغط}}$ غاز النيتروجين + غاز الهيدروجين

ويتضح من ذلك نوعية المتفاعلات والنواتج وحالتها الفيزيائية إضافة إلى شروط التفاعل إلا أنها لا توضح تركيب جزيئات المواد أو النسبة بين أعداد الجزيئات المتفاعلة أو الناتجة لذلك تكتب المعادلة رمزيا كما يلى:

$$3H_{2(g)} + N_{2(g)} \xrightarrow{\text{Heat – pressure}} 2NH_{3(g)}$$

لذلك فإن المعادلة الموزونة تعبر عن التفاعل بصورة وصفية وكمية.

وعليه يمكن تعريف المعادلة الكيميائية بأنها "مجموعة من الرموز والصيغ الكيميائية التى تحدد نوع الذرات الداخلة فى التفاعل الكيميائى والناتجة منه والحالة الفيزيائية للمواد الداخلة فى التفاعل الكيميائى والناتجة منه مع بيان شروط التفاعل من درجة الحرارة والضغط والعوامل الحفازة"

- **ما المقصود بالمعادلة الكيميائية؟**
- **ما الذى يتطلبه كتابة معادلة كيميائية؟**
- **علل: المعادلة الموزونة هى أدق تعبير عن التفاعل الكيميائى.**

وقبل أن تعرف خطوات كتابة المعادلة الكيميائية الموزونة إليك بعض الرموز المستخدمة فى هذا المجال.

الرمز	استخدامه
$\longrightarrow$	يعبر عن اتجاه سير التفاعل ويفصل بين المتفاعلات والنواتج.
$\rightleftharpoons$	للتعبير عن التفاعلات المنعكسة بدلا من السهم السابق.
$\xrightarrow{\Delta}$	يستخدم لتوضيح وجود تسخين حتى يتم التفاعل (أحيانا $\xrightarrow{\text{حرارة}}$)
(s)	للتعبير عن أن المادة فى الحالة الصلبة .
(l)	للتعبير عن أن المادة فى الحالة السائلة .
(g)	للتعبير عن أن المادة فى الحالة الغازية .
(aq.)	للتعبير عن أن المادة مذابة فى الماء (محلول) .

⧗ متى تستخدم الرموز التالية فى المعادلة الكيميائية:

(aq.) ، (g) ، (l) ، (s) ، $\xrightarrow{\Delta}$ ، $\rightleftharpoons$

☜ خطوات كتابة المعادلة الكيميائية الموزونة:

١- اكتب معادلة لفظية تعبر عن التفاعل (المتفاعلات فى جهة والنواتج فى جهة بينهما سهم يشير إلى تحول المتفاعلات إلى نواتج)

أكسيد الألومنيوم $\longrightarrow$ أكسجين + ألومنيوم

٢- اكتب المعادلة السابقة على صورة رموز وصيغ كيميائية.

$$Al + O_2 \longrightarrow Al_2O_3$$

٣- زن المعادلة الكيميائية حتى يتساوى عدد ذرات العنصر الواحد فى طرفى المعادلة.

ملحوظة هامة :

عند وزن المعادلة يكون عدد ونوع ذرات المواد المتفاعلة يساوى عدد ونوع ذرات المواد الناتجة من التفاعل، وهكذا تكون الذرات (والكتل) خاضعة لقانون بقاء الكتلة.

فكيف تتم عملية وزن المعادلة؟

يتم وزن المعادلة بوضع معاملات حسابية على يسار الرموز والصيغ.

فمثلا: لمساواة عدد ذرات الألومنيوم فى طرفى المعادلة نضع المعامل (2) على يسار الرمز Al ليدل على ذرتين من الألومنيوم.

$$2Al + O_2 \longrightarrow Al_2O_3$$

بالنظر إلى المعادلة يتضح أن عدد ذرات الأكسجين فى الطرف الأيمن يختلف عنه فى الطرف الأيسر، ولمساواة عدد ذرات الأكسجين لا بد من كتابة المعامل $\frac{3}{2}$ قبل صيغة الأكسجين لتصبح المعادلة الموزونة هكذا :

$$2Al + \frac{3}{2}O_2 \longrightarrow Al_2O_3$$

لكن يفضل التخلص من الكسور بضرب المعادلة فى (2) فتصبح كما يلى:

$$4Al + 3O_2 \longrightarrow 2Al_2O_3$$

٤- اكتب الرموز الدالة على حالة المواد وظروف التفاعل:

$$4Al_{(S)} + O_{2(g)} \xrightarrow{\Delta} Al_2O_{3(S)}$$

ملحوظة هامة :

أثناء وزن المعادلة الكيميائية لا يجوز تغيير الصيغ الكيميائية للمادة بهدف تحقيق وزن المعادلة.

أمثلة توضح طريقة كتابة المعادلة الكيميائية الموزونة:

١- عند تفاعل الكربون و الأكسجين لتكوين ثانى أكسيد الكربون:

$$C_{(S)} + O_{2(g)} \xrightarrow{\Delta} CO_{2(g)}$$

٢- تفاعل الأكسجين مع الهيدروجين لتكوين الماء:

$$H_{2(g)} + O_{2(g)} \longrightarrow H_2O_{(l)}$$

يؤدى تغير صيغة الماء من H_2O إلى H_2O_2 إلى وزن المعادلة.

$$H_{2(g)} + O_{2(g)} \longrightarrow H_2O_{2(l)}$$

ويتضح من المعادلة السابقة أنها موزونة لكنها غير صحيحة حيث أدى تغيير الصيغة الكيميائية من الماء H_2O إلى ماء الأكسجين (فوق أكسيد الهيدروجين) H_2O_2 لذا تكتب المعادلة الموزونة هكذا:

$$H_{2(g)} + \quad O_{2(g)} \longrightarrow H_2O_{(l)}$$

وللتخلص من وجود كسر فى المعادلة يضرب $\frac{1}{2}$ فيهافى (2) لتصبح:

$$2H_{2(g)} + O_{2(g)} \longrightarrow 2H_2O_{(l)}$$

٣- تفاعل فلز النحاس مع محلول مائى من نترات الفضة كما يتضح من المعادلة التالية:

$$AgNO_{3(aq)} + Cu_{(s)} \longrightarrow Cu(NO_3)_{2(aq)} + Ag_{(s)}$$

لوزن هذه المعادلة نضع (2) أمام $AgNO_{3(aq)}$ لوزن أيون النترات:

$$2AgNO_{3(aq)} + Cu_{(s)} \longrightarrow Cu(NO_3)_{2(aq)} + Ag_{(s)}$$

لكن الفضة فى المعادلة غير متزنة فى الطرفين لذا يوضع معامل (2) أمام $Ag_{(s)}$.

$$2AgNO_{3(aq)} + Cu_{(s)} \longrightarrow Cu(NO_3)_{2(aq)} + 2Ag_{(s)}$$

⧖ زن المعادلات التالية:

$$AgNO_3 + H_2S \longrightarrow Ag_2S + HNO_3$$

$$FeCl_3 + NaOH \longrightarrow Fe(OH)_3 + NaCl$$

⧖ وضح خطوات كتابة المعادلة الموزونة مستعينا بأحد الأمثلة.

⧖ أوجد العلاقة بين وزن المعادلة الكيميائية وقانون بقاء الكتلة.

☜ المعادلات الأيونية:

تحدث كثير من التفاعلات الكيميائية فى المحاليل المائية بين الأيونات فعند إذابة كثير من المواد فى الماء فإنها تتفكك إلى أيونات.

مثـال:

المعادلة الرمزيـة الموزونـة للتفاعل الذى يتم عند إضـافة محلول مـائى لحمض الهيـدروكلوريك إلـى محلـول لهيدروكـسيد الـصوديوم والـذى ينـتج عنـه المـاء وكلوريد الصوديوم هى:

$$HCl_{(aq)} + NaOH_{(aq)} \longrightarrow H_2O_{(l)} + NaCl_{(aq)}$$

ولكن هل حمض الهيدروكلوريك يوجد على الصورة HCl؟

إن تمثيل المواد بصيغتها الكيميائية فى هذه المعادلة السابقة لا يمثل الصورة التى توجد عليها المواد فى محاليلها المائية فعند النظر إلى طبيعة طرفى المعادلة تجد أن المـاء هو المـادة الوحيدة التـى توجد علـى صـورة جزيئـات ، أمـا كل مـن الحمـض والقاعدة والملح النـاتج تتواجد علـى صـورة أيونـات حيث يوجد حمض HCl علـى الـصورة ($H^+ + Cl^-$) وينطبـق الأمـر نفـسه علـى هيدروكـسيد الـصوديوم ($Na^+ + OH^-$) وكلوريد الصوديوم ($Na^+ + Cl^-$) وبذلك تكتب المعادلة على الصورة الأيونية التالية:

$$H^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)} + Na^+_{(aq)} + OH^-_{(aq)} \longrightarrow H_2O_{(l)} + Na^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)}$$

يتضح من المعادلة السابقة أن أيونات Na^+ وأيونات Cl^- لم يحدث لها تغير فى أثناء التفاعل ولم تشترك فى التفاعل لذا يمكن اهمالها من طرفى المعادلة.

$$H^+_{(aq)} + OH^-_{(aq)} \longrightarrow H_2O_{(l)}$$

ويسمى تفاعل الحمض والقاعدة (تفاعل التعادل) وذلك لأن خواص الحمض والقاعدة تختفى بتفاعلهما.

ملحوظة هامة :

- الهيدروجين والفلزات ومجموعة الأمونيوم أيوناتها موجبة.
- اللافلزات وجميع المجموعات الذرية ما عدا مجموعة الأمونيوم أيوناتها سالبة.
- المركبات ذات الروابط التساهمية (سواء غازية أو سائلة) والمواد التى لاتذوب فى الماء (الرواسب) تكتب بصيغتها الجزيئية لأنها غير متأينة (غير مفككة).
- قد يؤدى تفاعل الأيونات فى المحلول المائى إلى تكون مادة غير ذائبة (راسب)

مثـال:

إضافة محلول نترات الفضة إلى محلول كلوريد الصوديوم يكون راسب أبيض من كلوريد الفضة.

$$Ag^{+}_{(aq)} + NO_3^{-}{}_{(aq)} + Na^{+}_{(aq)} + Cl^{-}_{(aq)} \longrightarrow AgCl_{(s)} + Na^{+}_{(aq)} + NO_3^{-}{}_{(aq)}$$

ويمكن التعبير عنها بإختصار كما يلى:

$$Ag^{+}_{(aq)} + Cl^{-}_{(aq)} \longrightarrow AgCl_{(s)} \downarrow$$

ملحوظة هامة :

- يلاحظ من هذه المعادلة أن مجموع الشحنات على الطرف الأيسر يساوى صفر (+ ١ – ١ = صفر).
- كذلك شحنات الطرف الأيمن تساوى صفر (المركب AgCl متعادل) لذا فالمعادلة موزونة لأن الذرات والشحنات متساوية فى طرفيها.

الفصل الثالث

الحساب الكيميائى

أهداف الفصل الثالث:

فى نهاية دراسة الطالب للفصل الثالث ينبغى أن يكون قادراً على أن:

- يعرف أهمية العلاقات الكمية التى تتضمنها معادلات التفاعل الكيميائى.
- يعرف أهمية المعادلات الرمزية الموزونة فى الحساب الكيميائى.
- يحسب عدد مولات مادة ما فى كتلة محددة منها والعكس.
- يحسب عدد الذرات أو الجزيئات فى مول من المادة.

الفصل الثالث
الحساب الكيميائي

لدراسة المركبات الكيميائية فى المعمل أو المصنع أصبح من الضرورى معرفة العلاقات الكمية بين مقادير المواد الداخلة فى التفاعل والمواد الناتجة منه.

ملحوظة هامة :

تسمى دراسة العلاقات الكمية التى تتضمنها معادلات التفاعل الكيميائى بحساب كميات المواد أو الحساب الكيميائى .

الحساب الكيميائى :

هو دراسة العلاقات الكمية التى تتضمنها معادلات التفاعل بحساب مقادير المواد الداخلة فى التفاعل والمواد الناتجة عنه .

أهمية المعادلات الرمزية الموزونة للحسابات الكيميائية :

تعتبر المعادلة الرمزية الكيميائية الموزونة أساس الحسابات الكيميائية الصحيحة، وتفيد فى المجالات الصناعية المختلفة عند خلط المتفاعلات للحصول على نواتج بالمواصفات والمقادير المطلوبة، لأن المعادلة تعطينا نسبة أعداد الذرات أو الجزيئات (أو الأيونات) التى تدخل فى التفاعل الكيميائى والتى تنتج عنه .

علل : ١- أهمية المعادلة الرمزية الموزونة للحساب الكيميائى .

٢- المعادلة الموزونة أساس الحساب الكيميائى الصحيح .

ما المقصود بـ " حساب كميات المواد "؟

ملحوظة هامة :

لا نستطيع التعامل بذرات أو جزيئات محدودة فى الحساب الكيميائى لصغرها وزناً وحجماً بل بأعداد هائلة منها ، ولأن أقل وزن يمكن قياسه يحتوى على أعداد كبيرة من الذرات أو الجزيئات لذلك نلجأ إلى مقادير يمكن إستخدامها .

علل : لانستطيع التعامل بذرات أو جزيئات محدودة فى عملية الحساب الكيميائى.

إذن علينا أن نعتمد على مقادير من المواد أو الذرات (الأيونات) التى نستطيع إستخدامها، ومن هذه المقادير المعتمدة " المول" .

ملحوظة هامة :

يحتوى المول الواحد من أى مادة على عدد من الذرات أو الجزيئات أو الأيونات تعرف بعدد أفوجادرو ويساوى ٦,٠٢ x ١٠ ^{٢٣} .

✸ فالمول من غاز الهيدروجين (H_2) يحتوى على:

٦,٠٢ × ١٠ ^{٢٣} جزيئا أو ٢(٦,٠٢ × ١٠ ^{٢٣}) ذرة هيدروجين.

وبنفس الطريقة فإن:

- المول من الهيليوم (He) يحتوى على ٦,٠٢ × ١٠^{٢٣} ذرة هيليوم.
- المول من الصوديوم (Na) يحتوى على ٦,٠٢ × ١٠^{٢٣} ذرة صوديوم.
- المول من الجلوكوز ($C_6H_{12}O_6$) يحتوى على ٦,٠٢ × ١٠^{٢٣} جزيئا من الجلوكوز.

احسب عدد الجزيئات فى مول من الهيليوم.

كم جزئ يوجد فى ٢ مول من الجلوكوز؟

ملحوظة هامة :

يعتبر المول وحدة مناسبة للاستخدام فى الحسابات الكيميائية لأن كتلة المول من أى مادة يعرف بمعلومية الكتلة الجزيئية أو الكتلة الذرية لها.

علل: المول وحدة مناسبة للاستخدام فى الحسابات الكيميائية.

- كتلة المول بالجرامات يساوى عدديا رقم الكتلة الجزيئية أو الذرية بوحدة الكتل الذرية، كما أنه يمكن التعرف على عدد الذرات أو الجزيئات التى تدخل فى محيط التفاعل.

مثـال:

الكتلة الجزيئية لثانى أكسيد الكربون هى ٤٤ وحدة كتل ذرية وهذا يعنى أن :

- كتلة المول منه = ٤٤ جرام.
- ويحتـوى علـى عـدد أفوجـادرو مـن الجزيئـات أى ٦,٠٢ × ١٠^{٢٣} جزيئـا من ثانى أكسيد الكربون.
- فى ضوء ذلك فإن:

كتلــة المــول مــن ذرات الهيــدروجين (٦,٠٢ × ١٠^{٢٣} ذرة) = ١ جــرام.

كتلـة المـول مـن جزيئـات الهيـدروجين (٦,٠٢ × ١٠^{٢٣} جزيئـا) = ٢ جـرام.

كتلـة المـول مـن ذرات الكربـون (٦,٠٢ × ١٠^{٢٣} ذرة) = ١٢ جراماً.

كتلــة المــول مــن ذرات الأكــسجين (٦,٠٢ × ١٠^{٢٣} ذرة) = ١٦ جرامــاً.

كتلـة المـول مـن جزيئـات الأكـسجين (٦,٠٢ × ١٠^{٢٣} جزيئـا) = ٣٢ جراماً.

أمثلة محلولة توضح هذه العلاقات

مثـــال ١ :

احسب كتلة ٢ مول من الماء علما بأن الكتل الذرية لعناصره هى:

(O = 16 , H = 1)

ملحوظة هامة :

لحساب كتلة المادة يضرب عدد المولات من المادة فى كتلة المول من هذه المادة.

∴ الكتلة = عدد المولات × كتلة المول الواحد

الحـــل

الكتلة الجزيئية للماء (H_2O) = (١×٢) + (١٦×١) = ١٨ وحدة كتل ذرية

∴ كتلة المول الواحد من الماء = ١٨ جراماً.

∴ كتلة ٢ مول من الماء = ٢ × ١٨ = ٣٦ جرام.

مثـــال ٢ :

احسب كتلة ٠,٢٥٠ مول من كربونات الصوديوم (Na_2CO_3)

علما بأن الكتل الذرية لعناصره هى (Na = 23, C = 12 , O = 16)

الحـــل

الكتلة الجزيئية لكربونات الصوديوم **(Na_2CO_3)** =

(٢٣×٢) + (١٢×١) + (١٦×٣) = ١٠٦ وحدة كتل ذرية

∴ كتلة المول الواحد من كربونات الصوديوم = ١٠٦ جرام.

∴ كتلة ٠,٢٥٠ مول من كربونات الصوديوم = ٠,٢٥٠ × ١٠٦ = ٢٦,٥ جرام.

مثـــال ٣ :

احسب كتلة $\frac{١}{٢}$ مول من جزيئات (CO_2) علما بأن الكتل الذريـة لعناصره هى : (O = 16 , C = 12)

الحـــل

الكتلة الجزيئية لثانى أكسيد الكربون(CO_2) =

(١٢×١) + (١٦×٢) = ٤٤ وحدة كتل ذرية

∴ كتلة المول الواحد من CO_2 = ٤٤ جرام.

∴ كتلة $\frac{١}{٢}$ مول من CO_2 = $\frac{١}{٢}$ × ٤٤ = ٢٢ جرام.

مثـــال ٤ :

احسب بالجرامات كتلة جزئ واحد من (CO_2)

الحـــل

الكتلة الجزيئية لـ CO_2 = ٤٤ وحدة كتل ذرية كما فى المثال السابق

∴ كتلة المول الواحد من CO_2 = ٤٤ جرام.

نعلم أن المول الواحد من CO_2 يوجد به ٦,٠٢ × $١٠^{٢٣}$ جزيئاً.

ومنه نجد أن كتلة الجزئ الواحد = $\frac{٤٤}{٦.٠٢ \times ١٠^{٢٣}}$ = ٧,٣١ × $١٠^{-٢٣}$ جراماً

مثـــال ٥ :

احسب عدد المولات من الماغنسيوم التى تحتوى على ٢٤,٨ × ١٠ ^{٢٣} ذرة منه.

الحـــل

المول الواحد من الماغنسيوم يوجد به ٦,٠٢ × ١٠ ^{٢٣} جزيئا.

∴ عدد المولات التى تحتوى على هذا العدد = $\frac{٢٤,٨ \times ١٠^{٢٣}}{٦,٠٢ \times ١٠^{٢٣}}$ = ٤ مول ماغنسيوم

مثـــال ٦ :

كم مولا من الرصاص توجد فى ٨٢,٨ جراما منه؟ وكم عدد ذرات الرصاص التى تحتويها هذه الكتلة من الرصاص؟ (Pb = 207)

ملحوظة هامة :

لحساب عدد المولات للمادة يقسم كتلة المادة بالجرامات على كتلة المول الواحد

$$\text{عدد المولات} = \frac{\text{كتلة المادة}}{\text{كتلة المول الواحد}}$$

الحـــل

كتلة المول الواحد من الرصاص (Pb) تمثل الكتلة الجزيئية الجرامية له

∴ كتلة المول من الرصاص = ٢٠٧ جرام.

∴ عدد مولات الرصاص = $\frac{\text{كتلة الرصاص بالجرامات}}{\text{كتلة المول منه}}$ = $\frac{٨٢,٨}{٢٠٧}$ = ٠,٤ مول.

المول يحتوى على ٦,٠٢ × ١٠ ^{٢٣} ذرة من الرصاص

∴ عدد ذرات الرصاص فى ٨٢,٨ جرام منه = ٠,٤ × ٦,٠٢ × $١٠^{٢٣}$

= ٢,٤٠٨ × $١٠^{٢٣}$ ذرة

مثـــال ٧ :

احسب كتلة ٦ × $١٠^{٢٢}$ ذرة من الكربون (C = 12)

الحـــل

عدد مولات الكربون = $\frac{٦ \times ١٠^{٢٢}}{٦.٠٢ \times ١٠^{٢٣}}$ = $١٠^{-١}$ مول من الكربون.

كتلة المول من ذرات الكربون = ١٢ جرام

∴ كتلة $١٠^{-١}$ ذرة من الكربون = $١٠^{-١}$ × ١٢ = ١,٢ جرام

مثـــال ٨ :

احسب عدد جزيئات ١٢٨ جرام من (SO_2) علما بأن (O = 16 , S = 32)

الحـــل

الكتلة الجزيئية لثانى أكسيد الكبريت(SO_2) = (١×٣٢) + (٢×١٦)

= ٦٤ وحدة كتل ذرية

∴ كتلة المول الواحد من SO_2 = ٦٤ جرام.

∴ عدد المولات من SO_2 فى ١٢٨ جرام = $\frac{١٢٨}{٦٤}$ = ٢ مول.

∴ عدد الجزيئات فى ١٢٨ جرام = ٢ × ٦,٠٢ × $١٠^{٢٣}$ = ١٢,٠٤ × $١٠^{٢٣}$ جزئ.

مثـــال ٩ :

احسب كتلة $\frac{١}{٢}$ مول من كربونات الصوديوم (Na_2CO_3) ثم احسب عدد مولات كربونات الصوديوم فى ٢٦٥ جرام منها.

الحـــل

كتلة المول من Na_2CO_3 = (٢× ٢٣) + (١ × ١٢) + (٣ × ١٦) = ١٠٦ جرام

∴ $\frac{١}{٢}$ مول من كربونات الصوديوم ← س جرام.

∴ كتلة $\frac{١}{٢}$ كربونات الصوديوم = $\frac{١}{٢}$ × ١٠٦ = ٥٣ جرام.

∴ عدد المولات فى ٢٦٥ جرام = $\frac{٢٦٥}{١٠٦}$ = ٢,٥ مول.

مثـــال ١٠ :

ما كتلة ٣,٠١ × ١٠^{٢٣} ذرة من الفضة بالجرام مع العلم بأن : (Ag = 108)

الحـــل

١٠٨ جم فضة (مول ذرة فضة تحتوى على ٦,٠٢×١٠^{٢٣} ذرة فضة)

∴ كم كتلة الفضة التى تحتوى على ٣,٠١ × ١٠^{٢٣} ذرة فضة.

∴ كتلة الفضة = $\frac{١٠٨ \times ٣,٠١ \times ١٠^{٢٣}}{٦,٠٢ \times ١٠^{٢٣}}$ = ٥٤ جم.

الحسابات والمعادلة الكيميائية الموزونة:

إذا كان لدينا تفاعل تعبر عنه المعادلة التالية:

$$2H_{2(g)} + O_{2(g)} \longrightarrow 2H_2O_{(l)}$$

فإن هذه المعادلة الموزونة تعبر عن نسب أعداد الجزيئات المتفاعلة والناتجة من التفاعل، لكن عند إجراء التفاعلات نحن نتعامل مع كتل المواد المتفاعلة والناتجة مقدرة بالجرام .

فكيف نجعل المعادلة الموزونة تمثل علاقة بين كتل المواد المتفاعلة والناتجة؟

بمعرفة نسب أعداد المولات فى المعادلة الموزونة نعرف نسب كتل المواد المتفاعلة والناتجة.

أى أن: **"المعاملات فى المعادلة الكيميائية تعطى النسب التى تتفاعل بها مولات مادة أو تكون مولات مادة أخرى"**

فإذا كانت المعادلة السابقة تعنى أن:

٢ × كتلة مول من H_2 + كتلة مول من O_2 ← ٢× كتلة مول من H_2O فهى تعنى أن:

٢ × (H_2 ٢جم) + (O_2 ٣٢ جم) ← ٢× (H_2O ١٨ جم)

لأن الكتلة المولية (كتلة المول) لـ H_2 (٢ × ١) ، O_2 (٢ × ١٦) ،

H_2O ((٢ × ١) + ١٦)

🔔 **ملحوظة هامة :**

يمكن ملاحظة أن مجموع كتل المواد المتفاعلة يساوى كتلة المادة الناتجة من التفاعل.

مثـــال للتوضيـح:

احسب عدد المولات من H_2O يمكن أن ينتج من تفاعل ٥ مولات من O_2 مع كمية وفيرة من الهيدروجين معتمداً على معادلة التفاعل الموزونة

$$2H_{2(g)} + O_{2(g)} \longrightarrow 2H_2O_{(l)}$$

الحـــل

يتضح من المعادلة أن ٢ مول من H_2O تنتج من تفاعل واحد مول من O_2 وبذلك تكون النسبة بين مولات H_2O إلى مولات O_2 هى:

٢مول H_2O : ١ مول من O_2

∴ ٥ مول O_2 = ١٠مول من H_2O

ثم يتم تحويل مولات H_2O الناتجة إلى جرامات :

كتلة ١ مول من H_2O = ١٦ + (٢ × ١) = ١٨ جم / مول

∴ كتلة H_2O الناتجة = ١٠ × ١٨ = ١٨٠ جم

وبالمثل يمكننا حساب كتلة H_2 اللازمة للتفاعل مع ١٠ مول من O_2 فنجد من معادلة التفاعل الموزونة أن النسبة المولية O_2 إلى H_2 هى ٢ مول من H_2 : ١ مول من O_2

عدد مولات H_2 = ٥ مول × $\frac{\text{٢ مول } H_2}{\text{١ مول } O_2}$ = ١٠ مول

وكتلة H_2 اللازمة = ١٠ مول H_2 × $\frac{\text{٢ جم}}{\text{١ مول}}$ = ٢٠ جم

مثـــال آخر للتوضيـح:

وفقاً للمعادلة الموزونة التالية :

$$4Al + 3O_2 \longrightarrow 2Al_2O_3$$

ما عدد جرامات O_2 اللازمة للتفاعل مع ٠,٣ مول Al.

الحـــل

طبقاً للمعادلة الموزونة فإن :

٤ مول Al تتفاعل مع ٣ مول O_2

لذلك يكون عدد مولات O_2 اللازمة = ٠,٣ × $\frac{\text{٣ مول } O_2}{\text{٤ مول Al}}$ = ٠,٢٢٥ مول O_2

لتحويل مولات O_2 إلى جرامات O_2 نستعمل العلاقة التالية:

كتلة المول الواحد من O_2 = ٣٢ جرام

عدد جرامات O_2 اللازمة = ٠,٢٢٥ × ٣٢ = ٧,٢٠ جرام

مثـــال ثالـث:

ما عدد جرامات NH_3 الناتجة من تفاعل ١٠,٨ جرام هيدروجين مع كمية زائدة من النيتروجين علما بأن معادلة التفاعل الموزونة هى :

$$N_{2(g)} + 3H_{2(g)} \longrightarrow 2NH_{3(g)}$$

الحـــل

طبقاً للمعادلة الموزونة فإن :

٣ مول H_2 تكون ٢ مول NH_3

وحيث أن كتلة ١ مول من H_2 = ٢ جم H_2 ، كتلة ١ مول من NH_3 = ١٧ جم NH_3

لتحويل كمية الهيدروجين المعطاه إلى مولات فإن:

١٠,٨ جم H_2 × $\frac{\text{١ مول } H_2}{\text{٢ جم } H_2}$ = ٥,٤ مول H_2

لحساب عدد مولات NH_3

٥,٤ مول من H_2 × $\frac{\text{٢ مول } NH_3}{\text{٣ مول } H_2}$ = ٣,٦ مول NH_3

لتحويل عدد مولات NH_3 إلى جرامات فإن:

٣,٦ مول NH_3 × $\frac{\text{١٧ جم } NH_3}{\text{١ مول } NH_3}$ = ٦١,٢ جم NH_3

الحسابات المبنية على الكتلة:

يتضح من الأمثلة السابقة أن الحسابات إعتمدت على كتلة إحدى المواد مقدرة بالمول، فكيف تجرى الحسابات إذا كانت الكتلة معبراً عنها بالجرامات؟

مثـــال للتوضيـح :

احسب كتلة أكسيد الماغنسيوم MgO الناتج من تفاعل شريط من الماغنسيوم كتلته ١٢ جم عند احتراقه فى الهواء علما بأن:

(الكتلة الذرية للماغنسيوم = ٢٤ جم / مول ، للأكسجين = ١٦ جم / مول)

خطوات التفكير فى الحل:

١- اكتب أولا معادلة التفاعل موزونة كما يلى :

$$2Mg_{(s)} + O_{2(g)} \longrightarrow 2\ MgO_{(s)}$$

٢ مول ٢ مول

٢- حول كتلة الماغنسيوم إلى مولات ماغنسيوم :

عدد مولات الماغنسيوم = ١٢ جم ماغنسيوم $\times \frac{\text{١ مول}}{\text{٢٤ جم}}$ = ٠,٥ مول

٣- حدد النسبة بين مولات المادة المطلوبة (MgO) إلى مولات Mg المعلومة:

$$\frac{\text{مولات المادة المطلوبة}}{\text{مولات المادة المعلومة}} = \frac{\text{٢ مول MgO}}{\text{٢ مول Mg}}$$

٤- استخدم هذه النسبة فى تحويل مولات Mg إلى ما يقابلها من مولات MgO كالآتى:

مولات MgO الناتجة = ٠,٥٠ مول Mg × $\frac{\text{٢ مول MgO}}{\text{٢ مول Mg}}$ = ٠,٥ مول

٥- حول كتلة MgO بالمولات إلى كتلة بالجرام:

الكتلة المولية لـ MgO = ١٦ + ٢٤ = ٤٠ جم / مول

∴ كتلة MgO الناتجة = ٠,٥ مول MgO × $\frac{\text{٤٠ جم}}{\text{١ مول}}$ = ٢٠ جم

تذكر أن:

أهم القوانين

كتلة الصيغة الأولية للمركب = مجموع كتل الذرات الداخلة فى الصيغة الأولية للمركب

الكتلة الجزيئية للمركب = مجموع كتل الذرات الداخلة فى الصيغة الجزيئية للمركب

$$\text{عدد المولات / ذرة} = \frac{\text{كتلة العنصر بالجرام}}{\text{كتلة مول ذرة من العنصر}}$$

$$\text{عدد المولات / جزئ} = \frac{\text{كتلة العنصر بالجرام}}{\text{كتلة مول جزئ من العنصر}}$$

الصيغة الجزيئية للمركب

= الصيغة الأولية × عدد مرات إحتواء الكتلة الجزيئية على كتلة الصيغة الأولية

$$\text{عدد مرات إحتواء الكتلة الجزيئية للمركب على كتلة الصيغة الأولية للمركب} = \frac{\text{الكتلة الجزيئية للمركب}}{\text{كتلة الصيغة الأولية للمركب}}$$

أهم المفاهيم

	المفهوم	المعنى
١-	الصيغة الكيميائية (الجزيئية)	هى صيغة رمزية بسيطة توضح نوع وعدد الذرات التى يتركب منها جزئ واحد من المادة.
٢-	الصيغة الأولية	هى صيغة تمثل أبسط نسبة تتواجد عليها العناصر فى هذا المركب.
٣-	المواد المتفاعلة	هى المواد التى يمكن أن يحدث لها تغير كيميائى.
٤-	المواد الناتجة	هى المواد الجديدة المتكونة نتيجة حدوث التفاعل الكيميائى.
٥-	العوامل الحفازة (المساعدة)	هى مواد تغير من سرعة التفاعل ولكنها لا تشترك فيه.
٦-	المعادلة الكيميائية	هى وصف بسيط موجز للتغيرات الحادثة فى التفاعل الكيميائى. أو هى مجموعة من الرموز والصيغ التى تحدد عدد ونوع الذرات الداخلة فى التفاعلات الكيميائية والناتجة منه والحالة الفيزيائية للمواد الداخلة فى التفاعل والناتجة منه مع بيان شروط التفاعل من درجة الحرارة والضغط والعوامل الحفازة.

أهم المفاهيم

٧-	تفاعل التعادل	هو اتحاد أيونات الهيدروجين من الحمض مع أيونات الهيدروكسيل من القلوى لتكوين جزيئات الماء المتعادلة.
٨-	الحساب الكيميائى	هو دراسة العلاقات الكمية التى تتضمنها معادلات التفاعل بحساب مقادير المواد الداخلة فى التفاعل والمواد الناتجة عنه.
٩-	المول	هو الكتلة الجزيئية للمادة معبرا عنها بالجرامات.
١٠-	المول / ذرة	هو الكتلة الذرية الجرامية للعنصر.
١١-	المول / جزئ	هو الكتلة الجزيئية الجرامية للمادة (عنصرية أو مركبة)
١٢-	المول / أيون	هو كتلة أيون العنصر مقدراً بالجرامات وهو يساوى تقريباً كتلة مول ذرة.
١٣-	عدد أفوجادرو	هو عدد الذرات أو الجزيئات أوالأيونات التى يحتويها مول من المادة (ذرة أو جزئ أو أيون) ويساوى ٦,٠٢ × ١٠^{٢٣}

أهم التعليلات

١- تكتب جزيئات الهيدروجين والاكسجين بالصيغ H_2 ، O_2 بينما يكتب الأوزون بالصيغة O_3.

التعليل:

لأن الصيغة الكيميائية تعبر عن نوع وعدد الذرات التى يتركب منها جزئ واحد من المادة ولذلك فإن جزئ الهيدروجين يحتوى على ذرتين هيدروجين وجزئ الأكسجين يحتوى على ذرتين أكسجين أما جزئ الأوزون فيحتوى على ثلاث ذرات أكسجين.

٢- المعادلة الموزونة هى أدق تعبير عن التفاعل الكيميائى.

التعليل:

لأنها توضح نوعية المتفاعلات والنواتج وحالتها الفيزيائية إضافة إلى شروط التفاعل وتركيب جزيئات المواد أو النسبة بين أعداد الجزيئات المتفاعلة و الناتجة ، لذلك فهى تعبر عن التفاعل بصورة وصفية وكمية.

٣- يسمى تفاعل الحمض والقاعدة تفاعل التعادل.

التعليل: لأن خواص كل من الحمض والقاعدة تختفى بتفاعلهما.

٤- المعادلة الموزونة أساس الحساب الكيميائى الصحيح.

التعليل:

لأنها تعطينا نسبة أعداد الذرات أو الجزيئات (أو الأيونات) التى تدخل فى التفاعل الكيميائى والتى تنتج عنه.

٥- المول وحدة مناسبة للاستخدام فى الحسابات الكيميائية.

التعليل:

لأن كتلة المول من أى مادة تعرف بمعلومية الكتل الجزيئية أو الكتل الذرية لها.

أسئـــلة عامـــة
على الوحدة الأولـــى

✵ السؤال الأول:

أختر الإجابة الصحيحة من بين الأقواس:

١- عدد المولات الموجودة فى ١٠ جرام من هيدروكسيد الصوديوم تساوى ..... (٢مول – ٠,٢٥ مول – ٠,٥ مول)

٢- فى المعادلة الكيميائية يكتب على السهم .....

(المواد المتفاعلة – المواد الناتجة – شروط التفاعل)

٣- ٠,٥ مول من غاز الأكسجين يحتوى على ..... جزئ.

(٠,٦٠٢ ×١٠^٢٣ – ٣,٠١ ×١٠^٢٣ – ٠,٣٠١ ×١٠^٢٣)

٤- يشير السهم فى المعادلة الكيميائية إلى .....

(المواد الناتجة – المواد المتفاعلة – العوامل الحفازة)

٥- إذا كانت كتلة المول من ذرات الهيدروجين ١ جم فإن كتلة المول من جزيئات الهيدروجين تساوى .....

(١جم – ٢ جم - $\frac{١}{٢}$ جم)

٦- $Ag^{+}_{(aq)} + Cl^{-}_{(aq)} \rightarrow AgCl_{(s)}$ معادلة موزونة لأن .....

(الـذرات – الـشحنات الكهربيـة – الـذرات والـشحنات الكهربيـة) متساوية فى طرفيها.

٧- ٠,٢٥ مول من ثانى أكسيد الكبريت تساوى ..... جرام

علما بأن: S = 32 ، O = 16 .

(٦٤ جم – ٣٢ جم – ١٦ جم)

٨- إذا كانت الصيغة الأولية لمركب ما هى CH_2 وكتلته الجزيئية ٢٨ فصيغته الجزيئية هى ..... علما بأن: C = 12 ، H = 1 .

(C_3H_6 – CH_4 – C_2H_4)

٩- عند اتحاد ٣٦ جم من الماغنسيوم مع ١٤ جم من النيتروجين يتكون مركب صيغته ..... (Mg = 24 ، N = 14)

(MgN – Mg_2N_3 – Mg_3N_2)

١٠- كتلة ٢× ١٠^{٢٢} ذرة من الكربون تساوى ..... (علماً بأن C = 12).

(٢,٦ جم – ٠,١٦ جم – ٠,٦ جم)

١١- الكتلة الجزيئية لمركب MSO_4 ١٢٤ فإن الكتلة الذرية للعنصر M هى ..... (علما بأن : O = 16 ، S = 32)

(٤٢ – ٢٤ – ١٤)

١٢- للتعبير عن الحالة الصلبة للمادة نضع الرمز.....

((s) – (aq) – (g))

١٣- عدد ذرات الماغنسيوم (Mg = ٢٤) فى ٤ جرام هى ....× ٦,٠٢ ×١٠^{٢٣}.

($\frac{١}{٤}$ - $\frac{١}{٦}$ - $\frac{١}{٢}$)

١٤- عدد جزيئات ٢ جم هيدروجين ..... عدد جزيئات ٣٢ جم أكسجين.

(أكبر من – أصغر من – تساوى)

١٥- أى الرموز الآتية تعبر عن تفاعل منعكس ؟ .....

($\longrightarrow$ - $\rightleftharpoons$ - $\xrightarrow{\Delta}$)

١٦- حينما تكون المادة المتفاعلة فى حالة محلول يوضع بعد الصيغة الجزيئية لتلك المادة الرمز .....

((aq) – (l) – (s))

١٧- الصيغة الكيميائية للماء هى .....

(H_2O – HO_2 – H_2O_2)

١٨- تكتب المواد التى تغير من سرعة التفاعل دون المشاركة فيه .....

(على السهم – يمين السهم – يسار السهم)

١٩- تفاعل الحمض والقاعدة يسمى تفاعل .....

(إتحاد مباشر – إحلال مزدوج – تعادل)

٢٠- كتلة المول بالجرامات ..... رقم الكتلة الجزيئية أو الذرية بوحدة الكتل الذرية.

(أقل من – أكبر من – تساوى)

٢١- كتلة المول من جزيئات الأكسجين ..... كتلة المول الواحد من ذرات الأكسجين.

(يساوى – نصف – ضعف)

✵السؤال الثانى:

صوب الخطأ فى العبارات الآتية:

١- إذا كانت كتلة ٠,١ مول من فلز ٥,٦ جم فإن الكتلة الذرية للفلز = ٠,٦٥ جم.

٢- كتلة المول بالجرامات تكون أكبر من رقم الكتلة الجزيئية أو الذرية بوحدة الكتل الذرية.

٣- C_2H_4 تمثل الصيغة الأولية وأيضا الصيغة الجزيئية لغاز الميثان.

٤- عدد مولات الرصاص التى توجد فى ٤١,٤ جم منه هى ٠,٣ مول وعدد الذرات ١٢,٠٤ × ١٠^{٢٣} (علما بأن Pb = 207).

٥- الصيغة الكيميائية وصف بسيط موجز للتغيرات الحادثة فى التفاعل الكيميائى.

٦- كتلة ٣ × ١٠^{٢٣} ذرة من الكربون $^{12}_{6}C$ هى ٠,٦ جم.

٧- المول من غاز H_2 يحتوى على ٦,٠٢ × ١٠^{٢٣} ذرة هيدروجين.

٨- الصيغة $PbBr_2$ تدل على أن بروميد الرصاص كل مول منه يحتوى على مول واحد من أيون الرصاص ومول واحد من أيون البروميد.

٩- تبين الصيغة الأولية عدد المولات من كل عنصر فى المركبات المختلفة.

١٠- الصيغة C_4H_8 تمثل أبسط نسبة تتواجد عليها العناصر فى هذا المركب.

١١- فى المعادلة الكيميائية يشير السهم إلى المواد المتفاعلة.

١٢- للفصل بين المتفاعلات أو بين النواتج تستخدم علامة (⟵).

١٣- للتعبير عن وجود تسخين حتى يتم التفاعل تكتب (.aq) على السهم.

١٤- الصيغة H_2O لا تختلف كثيراً عن H_2O_2.

١٥- فى المعادلات الأيونية مجموع الشحنات على الطرف الأيسر يساوى (+١).

١٦- الحساب الكيميائى لا يهتم بحساب عدد الذرات الداخلة والناتجة من التفاعل.

١٧- إذا كانت الكتلة الجزيئية لمركب هى ٤٤ وحدة كتل ذرية معنى ذلك أن كتلة المول منه = ٨٨ جم وأنه يحتوى على ٦,٠٢ × ١٠^{٢٣} جزيئاً.

١٨- فى التفاعلات الكيميائية مجموع كتل المواد المتفاعلة أكبر من مجموع كتل المواد الناتجة من التفاعل.

✵السؤال الثالث:

علل لما يأتى:

١- المول وحدة مناسبة للاستخدام فى العمليات الحسابية.

٢- المعادلة الموزونة هى أدق تعبير عن التفاعل الكيميائى.

٣- فى الحساب الكيميائى لا يمكن التعامل بذرات أو جزيئات محدودة.

٤- عدد الذرات فى ١٢ جرام من الكربون يساوى عدد الذرات فى ٢٣ جرام من الصوديوم.

٥- لا يمكن الاعتماد على المعادلة اللفظية فى الحسابات الكيميائية.

٦- أثناء وزن المعادلة الكيميائية لا يجوز تغيير الصيغ الكيميائية للمادة بهدف تحقيق الوزن.

٧- عدد الذرات فى ٥ جم من الصوديوم لا يساوى عدد الذرات فى ٥ جم من الألومنيوم.

٨- تسمى دراسة العلاقات الكميةالتى تتضمنها معادلات التفاعل الكيميائى بحساب كميات المواد.

٩- وزن المعادلات الكيميائية يخضع لقانون بقاء الكتلة.

١٠- لا يجوز وزن المعادلة ($H_{2(g)} + O_{2(g)} \rightarrow H_2O_{(l)}$) بتغيير الناتج إلى H_2O_2.

١١- يسمى تفاعل الحمض والقاعدة تفاعل تعادل.

١٢- تعتبر المعادلة الرمزية الكيميائية أساس الحسابات الكيميائية الصحيحة.

١٣- تستخدم فى بعض التفاعلات عوامل حفازة.

✵ السؤال الرابع:

استبدل العبارات الآتية بمصطلح علمى مناسب:

١- صيغة رمزية بسيطة توضح نوع وعدد الذرات فى الجزئ وتبين عدد المولات فى المركبات المختلفة.

٢- عملية ينتج عنها تساوى عدد ذرات العنصر الواحد فى طرفى المعادلة.

٣- مصطلح يعبر عن التفاعل بصورة وصفية وكمية.

٤- مواد يمكن أن يحدث لها تغير كيميائى أثناء التفاعل.

٥- المواد الجديدة المتكونة نتيجة حدوث التفاعل الكيميائى.

٦- عملية تتم بوضع معاملات حسابية على يسار الرموز والصيغ فى المعادلات الكيميائية.

٧- تفاعل الحمض والقاعدة بحيث تختفى خواص كل منهما بهذا التفاعل.

٨- دراسة العلاقات الكمية للمواد التى تتضمنها المعادلة الكيميائية.

٩- قانون تخضع له الصيغ الكيميائية والكتل عند وزن المعادلة الكيميائية.

١٠- كتلة مول واحد من المادة مقدرة بالجرامات.

١١- عدد من الذرات أو الجزيئات أو الأيونات يحتويه المول الواحد من أى مادة.

١٢- وحدة الكتلة المستخدمة فى الحساب الكيميائى وهى وحدة كمية المادة فى النظام العالمى.

١٣- عملية ينتج عنها تساوى عدد ذرات العنصر الواحد فى طرفى المعادلة.

✵ السؤال الخامس:

ما المقصود بكل من .....؟

١- كتلة المول.

٢- عدد أفوجادرو.

٣- وزن المعادلة الكيميائية.

٤- تفاعل التعادل.

٥- المواد المتفاعلة.

٦- المواد الناتجة.

✵ السؤال السادس:

صوب الخطأ فى المعادلات الآتية :

1- $2Mg + H_2SO_4 \rightarrow Mg_2SO_4 + H_2$

2- $H_2 + O_2 \rightarrow H_2O_2$

3- $NH_3 \rightarrow N + H_3$

4- $Na + O_2 \rightarrow NaO_2$

5- $H_2 + Cl_2 \rightarrow HCl$

6- $Cl_2 + NaI \rightarrow NaCl_2 + I$

7- $2NaCl + AgNO_3 \rightarrow Na_2NO_3 + AgCl$

8- $C + O_2 \xrightarrow{\Delta} CO$

الوحدة الثـانيـة

دراسة بعض العناصر من الجدول الدورى الحديث وأهم مركباتها

الفصل الأول: مقدمة عن الجدول الدورى الحديث

الفصل الثانى: عناصر المجموعة الأولى - الصوديوم

الفصل الثالث: عناصر المجموعة الثانية - الكالسيوم

الفصل الرابع: عناصر المجموعة الخامسة A (الخامسة عشر)

- النيتروجين

الفصل الأول

مقدمة عن الجدول الدورى الحديث

أهداف الفصل الأول:

فى نهاية دراسة الطالب للفصل الأول ينبغى أن يكون قادراً على أن:

- يعرف السحابة الالكترونية.
- يعرف الأعداد الكمية.
- يتعرف حركة الالكترون حول نفسه.
- يعرف مستويات الطاقة الرئيسية.
- يعرف مستويات الطاقة الفرعية.
- يتعرف ترتيب المستويات الفرعية حسب طاقتها تصاعدياً.
- يعرف مبدأ البناء التصاعدى.
- يعرف قاعدة هوند.
- يعرف التركيب الألكترونى لبعض العناصر.
- يتعرف الدورات الأفقية بالجدول الدورى.
- يتعرف المجموعات الرأسية بالجدول الدورى.
- يقدر جهود العلم والعلماء.

الفصل الأول

مقدمة عن الجدول الدورى الحديث

للتعرف على الجدول الدورى والتركيب الالكترونى للعناصر يجب دراسة حركة الالكترونات وموقعها بأسلوب مبسط مختصر فبعد وضع المعادلة الموجية لحركة الالكترون فى الذرة وبواسطتها أمكن معرفة احتمال تواجد الالكترون فى منطقة ما من الفراغ المحيط بالنواة وأصبح تعبير **سحابة الكترونية** هو النموذج المقبول للتعبير عن المجال الذى يتحرك فيه الالكترون (أصبح اسمه **اوربيتال Orbital** بدلا من **مدار orbit** وهى الكلمة التى استخدمها "بور" للتعبير عن الشكل الذى يتحرك فيه الألكترون).

ويمكن تلخيص الملاحظات والحقائق التى توصل إليها العلماء عند دراسة حركة الالكترونات التى تحيط بالنواة وطريقة توزيعها فى مستويات مختلفة الطاقة طبقاً لكمية الطاقة التى يمتلكها كل الكترون فيما يلى :

١- من الصعب رسم نموذج قياسى حقيقى للذرة بسبب الحجم الهائل الذى تشغله الالكترونات بالنسبة لحجم النواة المتناهى فى الصغر.

٢- توصل العلماء إلى أنه لا يمكن تحديد موقع الالكترونات فى الذرة بدقة، ولكن يمكن حساب وتحديد احتمال تواجد الالكترون فى مكان ما خارج النواة.

٣- يمكن تشبيه الأثر الذى يحدثه تحرك الألكترون بسرعة هائلة ضمن منطقة معينة تحيط بالنواة **بسحابة الكترونية** ذات شحنة سالبة (تشبه الأثر الذى تتركه حركة دوران أذرع المروحة بسرعة كبيرة) ويمكن التصور أن السحابة أكثر كثافة فى بعض المناطق منها فى مناطق أخرى. ولقد أمكن التوصل إلى هذه الحقيقة عن طريق الحلول الرياضية المعقدة التى تعتمد على ميكانيكا الكم.

٤- من خلال تطور ميكانيكا الكم (علم الميكانيكا الكمية) أمكن وصف حركة الالكترون بواسطة ما يسمى **بالأعداد الكمية [أربعة أعداد تحدد الأوربيتالات الألكترونية وطاقاتها وأشكالها واتجاهاتها فى الفراغ بالنسبة لمحاور الذرة]** وبذلك يمكن تعريف **الأوربيتال** بأنه منطقة أو حيز من الفراغ يحيط بالنواة يكون احتمال تواجد الالكترون فيه كبيراً، وتختلف هذه المنطقة حدوداً وشكلاً بحسب مقدار الطاقة التى يمتلكها الالكترون.

٥- **دوران الالكترون حول نفسه:**

بالإضافة إلى حركة الالكترون فى المنطقة المحيطة بالنواة فإنه يدور حول نفسه (دوران مغزلى حول محوره). وهناك احتمالان لاتجاه دوران الالكترون حول محوره وهما:

أ- اتجاه دوران عقارب الساعة ويرمز للالكترون فى هذه الحالة بسهم متجه لأعلى داخل مربع ↑

ب-عكس اتجاه دوران عقارب الساعة ويرمز للالكترون فى هذه الحالة بسهم متجه لأسفل داخل مربع ↓

من الممكن تواجد الكترونين فى نفس الأوربيتال (حالة ازدواج) على الرغم من تشابه شحنتهما السالبه وذلك لأن دوران الالكترون حول نفسه ينتج عنه مجال مغناطيسى ولأن دوران الالكترونين يكون عكسياً فإن المجالين المغناطيسيين يكونا متعاكسين فيتجاذب الالكترونين لبعضهما بقوة تتغلب على قوى التنافر بينهما ويرمز لهما بهذا الشكل ↑↓

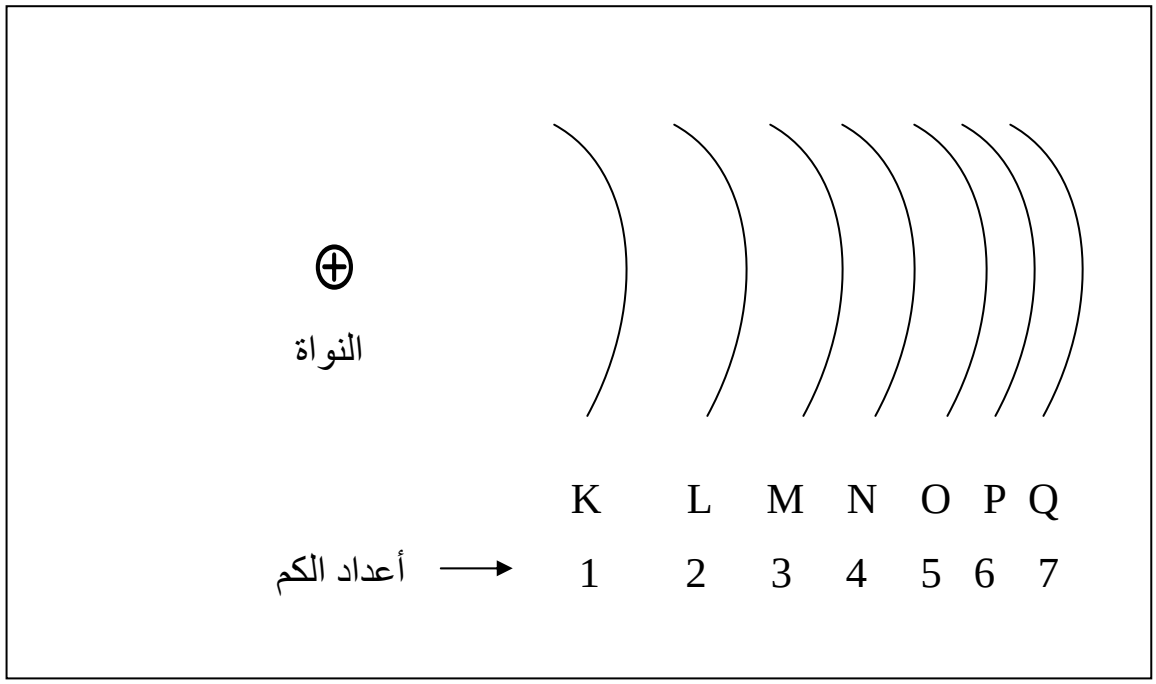
٦- طاقة الالكترونات وتوزيعها:

أثبتت التجارب المختلفة أن كل الكترون يمتلك كمية من الطاقة تختلف بإختلاف مستوى الطاقة الذى يتحرك فيه ولذلك توزع الالكترونات حول النواة فى مستويات طاقة رئيسية سبعة يرمز لها :

K L M N O P Q

1 2 3 4 5 6 7

وتختلف أبعاد هذه المستويات عن النواة كما يتضح فى الرسم التخطيطى التالى:



- ويرمز لعدد الكم الرئيسى الذى يشير إلى رقم مستوى الطاقة الرئيسى بـ (n) حيث أن (n = 1) تشير إلى تواجد الالكترون فى مستوى الطاقة الرئيسى الأول وبذلك يمتلك أقل قدر من الطاقة.
- ويمكن حساب العدد الأقصى للالكترونات التى يمكن استيعابه فى مستوى طاقة رئيسى معين بالعلاقة $2n^2$ (ضعف مربع عدد الكم الرئيسى).

مثال:

العدد الأقصى للالكترونات فى مستوى الطاقة الثالث (n = 3) هو :

$2 \times 3^2 = 18$ الكتروناً

يمكن تطبيق العلاقة $2n^2$ حتى المستوى الرابع فقط لأن الذرة تصبح غير مستقرة إذا زاد عدد الالكترونات فى أى مستوى طاقة رئيسى عن ٣٢ الكتروناً.

- نتيجة للأبحاث والدراسات (استخدام العالم سمرفيلد لجهاز مطياف ذو قدرة تحليلية عالية) اتضح أن كل مستوى طاقة رئيسى (ما عدا المستوى الأول) يتكون من عدة مستويات فرعية (تحت مستويات) مختلفة فى الطاقة ولكن الفرق فى الطاقة بين المستويات الفرعية المكونة لمستوى طاقة رئيسى معين ليس فرقاً كبيراً.

ويرمز لمستويات الطاقة الفرعية بالرموز الآتية:

s , p , d , f

والمستوى الفرعى (s) عبارة عن أوربيتال واحد.

فى حين أن المستوى الفرعى (p) يتكون من ثلاثة أوربيتالات.

أما المستوى الفرعى (d) فهو عبارة عن خمسة أوربيتالات.

ويتكون المستوى الفرعى (f) من سبعة أوربيتالات.

- يمكن التمييز بين المستويات الفرعية برقم يوضح العدد الكمى الرئيسى (n) حتى نستطيع تحديد رقم المستوى الرئيسى الذى يوجد به المستوى الفرعى، فمثلا (2s) تشير إلى المستوى الفرعى (s) فى المستوى الرئيسى الثانى، (3p) تشير إلى المستوى الفرعى (p) فى المستوى الرئيسى الثالث ... وهكذا.

التوزيع الالكترونى:

يعتمد التوزيع الالكترونى لذرات العناصر المختلفة على عدد الالكترونات الموجودة فى كل ذرة عنصر ومن ثم على طاقة الالكترونات، ويتم توزيع الالكترونات على الأوربيتالات المختلفة بنظام معين هو نظام البناء التصاعدى.

☜ مبدأ البناء التصاعدى:

تملأ الالكترونات الأوربيتالات ذات الطاقة الأقل ثم الأعلى (فى حالة الذرة العادية) كما يتضح ذلك فى الجدول التالى:

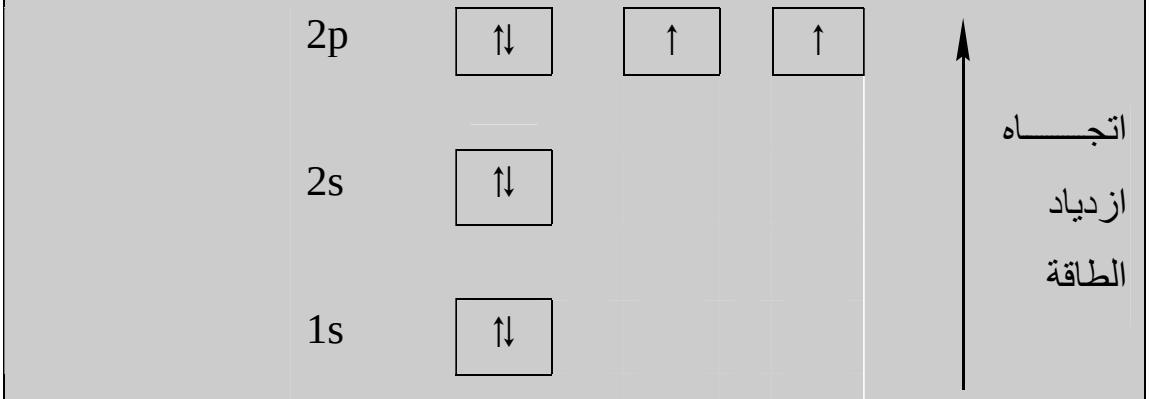
مستوى الطاقة الرئيسى	ترتيب المستويات الفرعية حسب طاقتها تصاعدياً
K	1s
L	2s ——— 2p
M	3s ——— 3p
N	4s ——— 3d ——— 4p

* لالكترونات المستوى الفرعى (3d) طاقة أكبر من طاقة الكترونات المستوى الفرعى (4s) كما هو ملاحظ بالجدول السابق ويتكرر ذلك بالنسبة للمستويات الأعلى حيث (4d) أعلى من (5s) وهكذا.
* يؤخذ فى الاعتبار عند توزيع الالكترونات طبقا لنظام البناء التصاعدى قاعدة مهمة تسمى ☜ **"قاعدة هوند"** وتنص على:

لا يحدث ازدواج بين الكترونين فى المستوى الفرعى الواحد إلا بعد أن تشغل جميع أوربيتالاته فرادى أولاً.

مثال:

التوزيع الالكترونى لذرة الأكسجين ${}^{16}_{8}O$



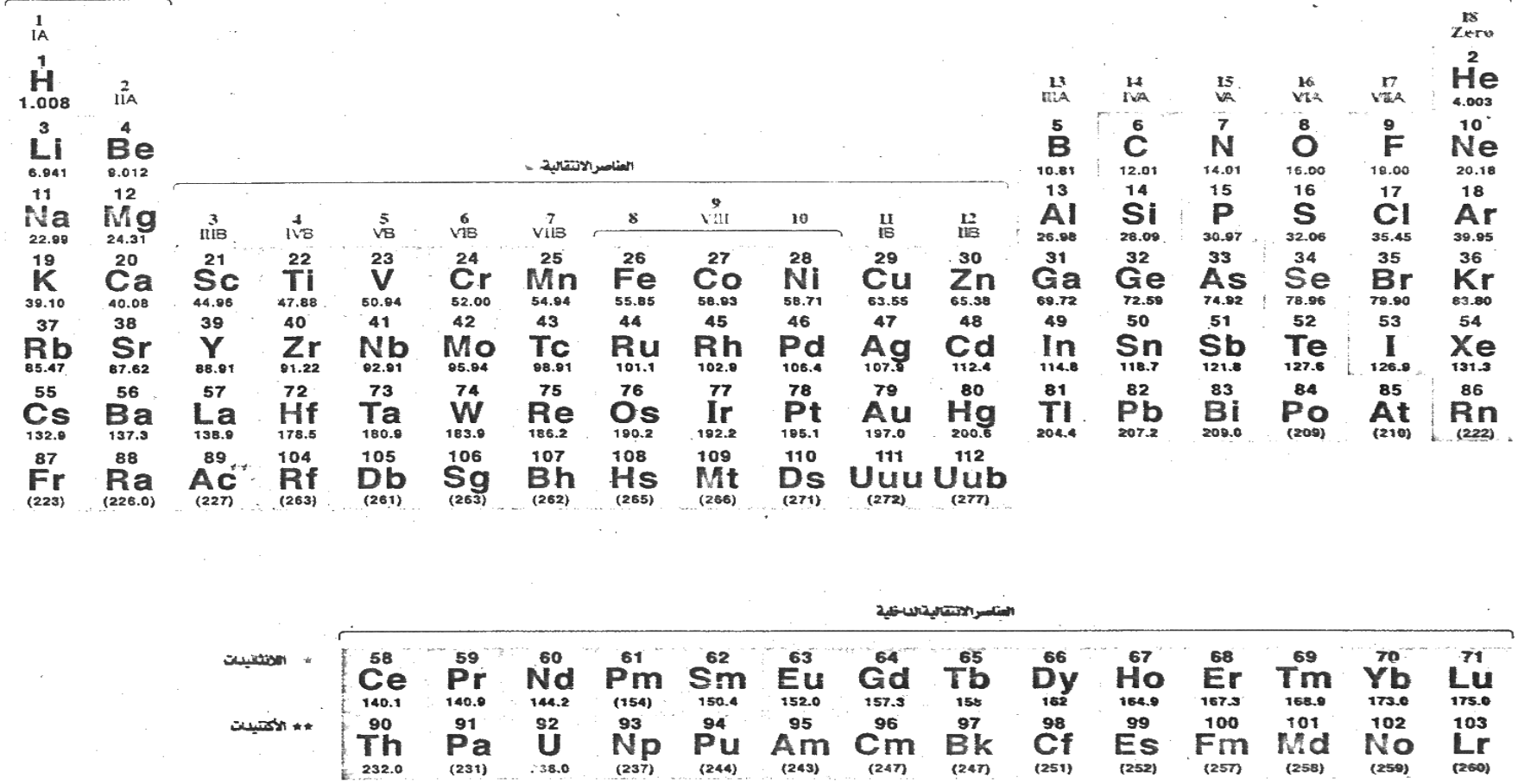
الجدول الدورى الحديث

يعتمد الجدول الدورى الحديث على ترتيب العناصر طبقاً لأعدادها الذرية بدءاً بعنصر الهيدروجين، وهو أصغر العناصر وأخفها (العدد الذرى = ١) باتجاه تصاعدى بحيث يزيد كل عنصر عن العنصر الذى يسبقه بالكترون واحد. وباسترجاع ترتيب المستويات الفرعية تبعاً للزيادة فى الطاقة لوجدنا أنها تتفق تماماً مع ترتيب العناصر فى الجدول الدورى.

ويتكون الجدول الدورى من سبعة دورات أفقية حيث تبدأ كل دورة بملء مستوى طاقة جديد بالكترون واحد ثم يتتابع ملء المستويات الفرعية فى نفس الدورة إلى أن نصل إلى العنصر الأخير فى الدورة وهو غاز خامل.

أما المجموعة الرأسية فهى ثمانية عشر مجموعة (تنقسم إلى مجموعات رئيسية (A) ومجموعات فرعية (B) طبقاً للنظام القديم) كما هو موضح بالشكل التالى للجدول الدورى الحديث، ونلاحظ فى عناصر المجموعة الواحدة أنها تتشابه فى التركيب الالكترونى لمستوى الطاقة الأخير فيما عدا العدد الكمى الرئيسى (n).

الجدول الدورى الحديث



☜ الجدول الدورى والتركيب الالكترونى للعناصر:

تعتمد الخواص الكيميائية للعناصر على عدد الالكترونات فى الأوربيتالات البعيدة عن النواة والتفاعلات الكيميائية ما هى إلا فقد أو اكتساب لعدد من الالكترونات أو إعادة توزيع الالكترونات البعيدة عن النواة.

☜ الدورات الأفقية:

هى سبعة دورات أفقية ويتفق رقم كل دورة مع المستوى الرئيسى لطاقة الكترونات ذرات العناصر الموجودة فى الدورة.

[١] الدورة الأولى:

تتكون من عنصرين فقط هما الهيدروجين والهيليوم وهى دورة قصيرة جداً.

$_{1}H$	$_{2}He$

[٢] الدورة الثانية:

تتكون من ثمانية عناصر تبدأ بعنصر الليثيوم ($_{3}Li$) وتنتهى بغاز خامل هو النيون($_{10}Ne$) وهى دورة قصيرة. ويبدأ فى هذه الدورة بناء مستوى الطاقة الثانى ويتكون من مستويين فرعيين (2s) ، (2p).

$_{3}Li$	$_{4}Be$
$2s^1$	$2s^2$

$_{5}B$	$_{6}C$	$_{7}N$	$_{8}O$	$_{9}F$	$_{10}Ne$
$2p^1$	$2p^2$	$2p^3$	$2p^4$	$2p^5$	$2p^6$

[٣] الدورة الثالثة:

تتكون من ثمانية عناصرمثل الدورة الثانية وتبدأ بعنصر الصوديوم($_{11}Na$) وتنتهى بغاز خامل هو الأرجون ($_{18}Ar$) وتعتبر دورة قصيرة.

ونلاحظ هنا أن ملء المستوى الفرعى (3d) بعشرة الكترونات قد تأجل للمستوى الرابع لأن المستوى الفرعى (4s) أقل طاقة من المستوى الفرعى

(3d) كما أوضحنا من قبل، لذلك تحتوى الدورة الثالثة على ثمانية عناصر فقط بدلاً من ثمانية عشر.

$_{11}Na$	$_{12}Mg$
$3s^1$	$3s^2$

$_{13}Al$	$_{14}Si$	$_{15}P$	$_{16}S$	$_{17}Cl$	$_{18}Ar$
$3p^1$	$3p^2$	$3p^3$	$3p^4$	$3p^5$	$3p^6$

[٤] الدورة الرابعة:

تتكون من ثمانية عشر عنصراً وتبدأ بعنصر البوتاسيوم ($_{19}K$) وتنتهى بغاز خامل هو الكريبتون ($_{36}Kr$) وهى دورة طويلة.

وتحتوى هذه الدورة على عشرة عناصر تسمى بالعناصر الانتقالية تبدأ بعنصر السكانديوم ($_{21}Sc$) وتنتهى بالخارصين ($_{30}Zn$) وهى نتيجة لملء أوربيتالات المستوى الفرعى (3d) بعد (4s).

$_{19}K$	$_{20}Ca$
$4s^1$	$4s^2$

$_{21}Sc$		$_{30}Zn$
$3d^1$	⟶	$3d^{10}$

$_{31}Ga$		$_{36}Kr$
$4p^1$	⟶	$4p^6$

[٥] الدورة الخامسة:

تتكون من ثمانية عشر عنصراً (دورة طويلة) مثل الدورة الرابعة وتبدأ بعنصر الروبيديوم ($_{37}Rb$) وتنتهى بغاز خامل هو الزينون ($_{54}Xe$).

وتحتوى الدورة الخامسة على عشرة عناصر انتقالية نتيجة ملء المستوى الفرعى (4d) بعشرة الكترونات بعد المستوى الفرعى (5s).

$_{37}Rb$	$_{38}Sr$
$5s^1$	$5s^2$

$_{39}Y$		$_{48}Cd$
$4d^1$	⟶	$4d^{10}$

$_{49}In$		$_{54}Xe$
$5p^1$	⟶	$5p^6$

[٦] الدورة السادسة:

تتكون من ٣٢ عنصر(دورة طويلة جداً) وتبدأ بعنصر السيزيوم ($_{55}Cs$) وتنتهى بغاز خامل هو الرادون ($_{86}Rn$) وتحتوى هذه الدورة على عشرة عناصر انتقالية تملأ الأوربيتالات للمستوى الفرعى (5d) بعشرة الكترونات، كما انها تحتوى على ١٤ عنصر تملأ أوربيتالات المستوى الفرعى (4f) بأربعة عشر الكتروناً، وتوضع هذه الدورة أسفل الجدول منفصلة وعناصرها تلى عناصر اللانثانم ($_{57}La$) وتسمى اللانثانيدات أو عناصر الأرض النادرة.

$_{55}Cs$	$_{56}Ba$
$6s^1$	$6s^2$

$_{57}La$
$5d^1$

$_{72}Hf$		$_{80}Hg$
$5d^2$	→	$5d^{10}$

$_{81}Tl$		$_{86}Rn$
$6p^1$	→	$6p^6$

$_{58}Ce$		$_{71}Lu$
$4f^1$	→	$4f^{14}$

[٧] الدورة السابعة:

هذه الدورة غير مكتملة حتى الآن وهى تبدأ بعنصر الفرانسيوم ($_{87}Fr$) ثم الراديوم ($_{88}Ra$) ثم الأكتنيوم ($_{89}Ac$) ويلى ذلك أربعة عشر عنصراً تسمى سلسلة الأكتينيدات وهى عناصر مشعة وتملأ أوربيتالات المستوى الفرعى (5f) بأربعة عشر الكتروناً. ولقد فصلت هذه السلسلة أيضا أسفل الجدول مثل سلسلة اللانثانيدات.

☜ المجموعات الرأسية:

* ينقسم الجدول الدورى إلى ١٨ مجموعة رأسية طبقاً للنظام الحديث (عبارة عن ثمان مجموعات رئيسية (A) وثمان مجموعات فرعية (B) وذلك طبقاً للتقسيم القديم).
* عدد الالكترونات ونوع المستوى الفرعى فى مستوى الطاقة الخارجى لعناصر المجموعة الواحدة هما نفس العدد ونفس النوع مع اختلاف رقم مستوى الطاقة الرئيسى، ولذلك فإن عناصر المجموعة الواحدة تتشابه فى الخواص الفيزيائية والكيميائية.
* لعناصر بعض المجموعات أسماء مميزة مثل:
  - المجموعة الأولى تسمى : عناصر الأقلاء أو الفلزات القلوية (باستثناء الهيدروجين)
  - المجموعة الثانية تسمى : عناصر الأقلاء الأرضية.
  - المجموعة السابعة عشر (السابعة A) تسمى : الهالوجينات
  - المجموعة الثامنة عشر (الصفرية) تسمى : العناصر الخاملة أو النبيلة.
* يعتبر عدد الالكترونات فى مستوى الطاقة الأخير غير كاف لتحديد خواص العناصر ولذلك نجد أن خواص عنصر النحاس تختلف عن خواص عنصر البوتاسيوم على الرغم من وجود الكترون واحد فى مستوى الطاقة الأخير لكل منهما ويعتقد أن سبب الاختلاف فى الخواص بين العنصرين هو اختلاف عدد الالكترونات فى مستوى الطاقة قبل الأخير.
* سيتم دراسة بعض عناصر المجموعات الأولى والثانية والخامسة عشر (الخامسة A) وأهم مركباتهم وذلك فى الفصول التالية.

الفصل الثانى
عناصر المجموعة الأولى - الصوديوم

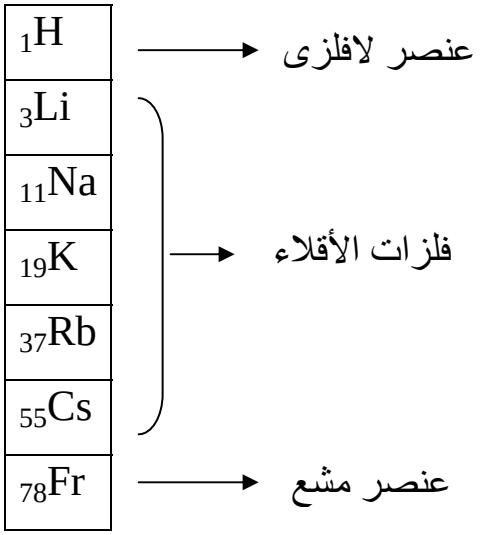
أهداف الفصل الثانى:

فى نهاية دراسة الطالب للفصل الثانى ينبغى أن يكون قادراً على أن:

- يتعرف فلزات الأقلاء وتركيبها الالكترونى.
- يستنتج طريقة استخلاص فلز الصوديوم من مركباته.
- يجرى تجارب عملية توضح أهم الخواص الفيزيائية والكيميائية لفلز الصوديوم.
- يتعرف طريقة تحضير هيدروكسيد الصوديوم بالصناعة.
- يتعرف أهم استخدامات الصودا الكاوية.
- يجرى بعض التجارب العملية للكشف عن بعض الشقوق القاعدية.

الفصل الثانى

عناصر المجموعة الأولى - الصوديوم



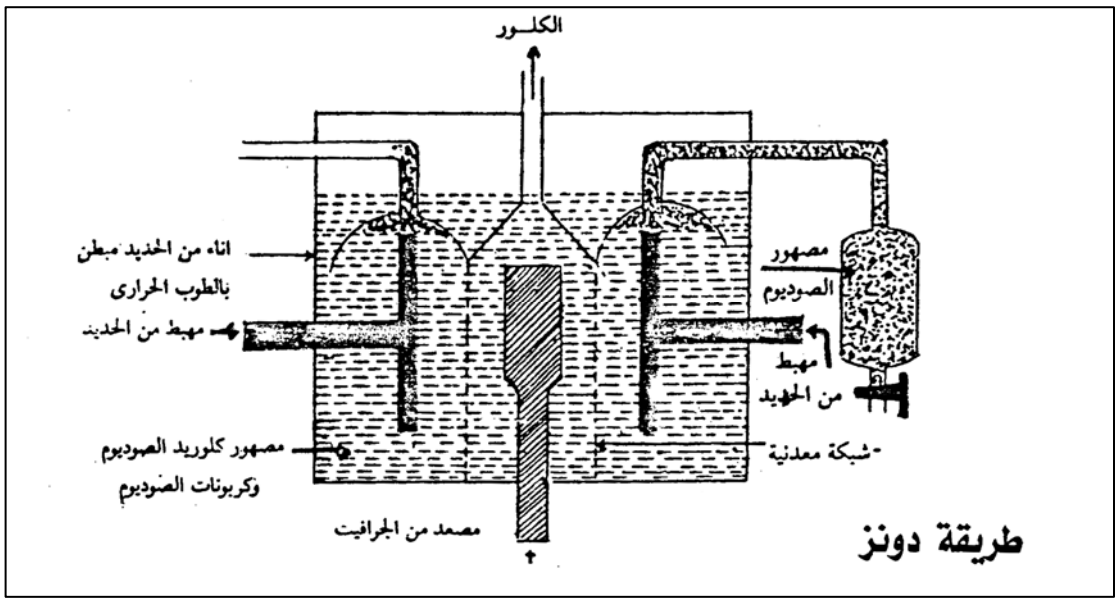
☜التركيب الالكترونى لفلزات الأقلاء (عناصر المجموعة الأولى):

العنصر	التركيب الالكترونى
$_3Li$ الليثيوم	$1s^2\ 2s^1$
$_{11}Na$ الصوديوم	$1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^1$
$_{19}K$ البوتاسيوم	$1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 4s^1$
$_{37}Rb$ الروبيديوم	$1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 4s^2\ 3d^{10}\ 4p^6\ 5s^1$
$_{55}Cs$ السيزيوم	$1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 4s^2\ 3d^{10}\ 4p^6\ 5s^2\ 4d^{10}\ 5p^6\ 6s^1$

سنتناول بالدراسة فلز الصوديوم كمثال لفلزات الأقلاء كما سيتم شرح بعض خواص أهم مركبات الصوديوم وطريقة تحضيرها واستخداماتها فى الصناعة.

☜ (استخلاص الفلز من مركباته):

مركبات الصوديوم تكون شديدة الثبات ويصعب الحصول على فلز الصوديوم من مركباته بالطرق الكيميائية العادية لذلك يحضر صناعياً بالتحليل الكهربى لمصهور كلوريد الصوديوم (طريقة دونز) أو مصهور هيدروكسيد الصوديوم.



$$NaCl \xrightarrow{\text{تحليل كهربي}} Na^+ + Cl^-$$

يتجه للمهبط

يتجه للمصعد

$Na^+ + e^- \rightarrow Na$

$Cl^- \rightarrow Cl + e^-$

$Cl + Cl \rightarrow Cl_2$

يتكون غاز الكلور عند المصعد	يتكون فلز الصوديوم عند المهبط

☜ الخواص الفيزيائية والكيميائية لفلز الصوديوم:

لنتبين بعض خواص الصوديوم نجري الأنشطة والتجارب الآتية :

١- افحص قطع الصوديوم المغمورة تحت سائل في وعاء٠ ما نوع هذا السائل؟

٢- اخرج قطعة من الصوديوم وضعها في جفنة خزفية بحيث تكون مغمورة تحت كمية من نفس السائل٠

اختبر قطع الصوديوم بسكين وهي تحت سطح السائل٠

هل يوجد اختلاف بين السطح المقطوع والسطح الأصلي؟

٣- اقطع قطعة صغيرة جدا (حجم الحمصة)من الصوديوم ثم اخرجها بالملقط وجففها بورقة ترشيح ثم ضعها في قليل من الماء في كأس. ماذا يحدث؟

٤- اختبر المحلول الناتج من ذوبان الصوديوم في الماء بورقتي عباد شمس (حمراء و زرقاء) ماذا تلاحظ؟ وما المواد الناتجة من هذا التفاعل؟

☜المشاهدة والاستنتاج:

١- بالتعرف على السائل ستجد أنه الكيروسين٠ ونستنتج من ذلك أن الصوديوم شديد التفاعل مع الهواء والماء لذلك يجب أن يعزل عنهما٠

٢- السطح المقطوع يكون فضي لامع ، أما السطح الأصلي فيكون مغطى بطبقة بيضاء نتيجة تكون كربونات الصوديوم Na_2CO_3

٣- تتحرك قطعة الصوديوم بشدة في جميع الاتجاهات وهي طافية فوق سطح الماء وعند ذوبانها يشتعل الغاز الناتج٠

٤- المحلول الناتج من ذوبان الصوديوم في الماء يزرق ورقة عباد الشمس الحمراء٠

∴ المواد الناتجة من هذا التفاعل هي محلول هيدروكسيد الصوديوم (قلوي) وغاز الهيدروجين٠

$$2Na + 2H_2O \longrightarrow 2NaOH + H_2\uparrow$$

- بالإضافة لما سبق من خواص فيزيائية و كيميائية فإن الصوديوم يتميز بالخواص الآتية :

١- جيد التوصيل للكهرباء٠

٢- لين ويقبل الطرق والسحب٠

٣- جيد التوصيل للحرارة لذلك يستخدم الصوديوم السائل كناقل للحرارة من قلب المفاعل النووي إلى خارجه ليستغل في توليد البخار والحصول على قوة دفع لدوران الآلات٠

٤- يتفاعل الصوديوم بسهولة مكونا مركبات أيونية شديدة الثبات

أ- مع الأكسجين يكون أكسيد الصوديوم

$$4Na + O_2 \longrightarrow 2Na_2O$$

ب- مع الهالوجينات مثل الكلور يكون هاليد الصوديوم

$$2Na + Cl_2 \longrightarrow 2NaCl$$

أهم مركبات الصوديوم

هيدروكسيد الصوديوم NaOH

يعتبر هيدروكسيد الصوديوم (الصودا الكاوية) من أهم مركبات فلز الصوديوم استخداماً في الصناعة٠

☜تحضير هيدروكسيد الصوديوم في الصناعة:

يتم تحضير الصودا الكاوية NaOH في الصناعة عن طريق التحليل الكهربي لمحلول كلوريد الصوديوم المركز٠

$$2NaCl + 2H_2O \xrightarrow{\text{تحليل كهربي}} 2NaOH + H_2 + Cl_2$$

$$NaCl \longrightarrow Na^+ + Cl^-$$

$$H_2O \longrightarrow OH^- + H^+$$

$$NaCl + H_2O \longrightarrow Na^+OH^- + H^+ + Cl^-$$

يتجه للمصعد حيث	يتجه للمصعد حيث
يفقد الكتروناً	يكتسب الكتروناً
$2Cl^- \longrightarrow Cl_2$	$2H^+ \longrightarrow H_2$

☜ أهم استخدامات الصودا الكاوية :

١- يدخل في كثير من الصناعات الهامة مثل :

أ- صناعة الورق ٠

ب- صناعة الصابون٠

ج- صناعة الحرير الصناعي٠

٢- في تنقية البترول من الشوائب الحامضية ٠

٣- الكشف عن الشقوق القاعدية (الكاتيونات):

أ- الكشف عن كاتيون النحاس (Cu^{2+})

عند اضافة محلول هيدروكسيد الصوديوم إلى محلول ملح نحاس (II) يتكون راسب أزرق من هيدروكسيد النحاس (II) الذي يسود بالتسخين لتحوله إلى أكسيد النحاس (II) .

$$Cu(OH)_2 \xrightarrow{\Delta} CuO + H_2O$$

ب- الكشف عن كاتيون الحديد (II) (Fe^{2+}) :

عند إضافة محلول هيدروكسيد الصوديوم إلى محلول ملح حديد (II) يتكون راسب أبيض يتحول إلى أبيض مخضر من هيدروكسيد الحديد (II) $Fe(OH)_2$ ٠

ج- الكشف عن كاتيون الحديد (III) (Fe^{3+}):

عند إضافة محلول هيدروكسيد الصوديوم إلى محلول ملح حديد (III) يتكون راسب بني محمر من هيدروكسيد الحديد (III) $Fe(OH)_3$ ٠

د- الكشف عن كاتيون الألومنيوم (Al^{3+}) :

عند إضافة محلول هيدروكسيد الصوديوم إلى محلول ملح الألومنيوم يتكون راسب أبيض من هيدروكسيد الألومنيوم $Al(OH)_3$ الذي يذوب في وفرة من هيدروكسيد الصوديوم لتكون ميتا ألومنيات الصوديوم $NaAlO_2$ الذي يذوب في الماء٠

الفصل الثالث

عناصر المجموعة الثانية – الكالسيوم

أهداف الفصل الثالث:

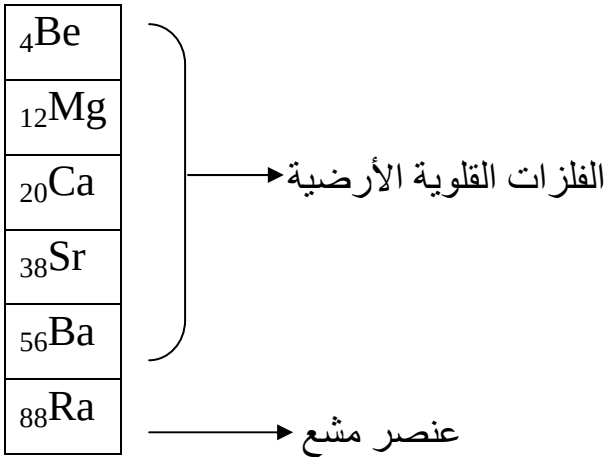
فى نهاية دراسة الطالب للفصل الثالث ينبغى أن يكون قادراً على أن:

- يتعرف عناصر الفلزات القلوية الأرضية (المجموعة الثانية) وتركيبها الالكتروني٠
- يتعرف أهم الخواص الفيزيائية و الكيميائية لعنصر الكالسيوم٠
- يتعرف الصور التي توجد عليها كربونات الكالسيوم في الطبيعة٠
- يجري تجارب عملية للتعرف على بعض الخواص الكيميائية لكربونات الكالسيوم٠
- يتعرف استخدامات الحجر الجيري٠
- يتعرف أهم استخدامات الجير المطفأ٠
- يتعرف مميزات عجينة باريس٠
- يجري نشاطا عمليا للكشف عن أملاح الكالسيوم٠

الفصل الثالث

عناصر المجموعة الثانية – الكالسيوم

سميت بالفلزات القلوية الأرضية لأن هيدروكسيداتها تتميز بخواص قلوية واضحة.



☜التركيب الالكترونى لعناصر الفلزات القلوية الأرضية:

العنصر	التركيب الالكترونى
$_4Be$ بريليوم	$1s^2\ 2s^2$
$_{12}Mg$ ماغنسيوم	$1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2$
$_{20}Ca$ كالسيوم	$1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 4s^2$
$_{38}Sr$ سترونشيوم	$1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2 3p^6\ 4s^2\ \ 3d^{10}\ 4p^6\ 5s^2$
$_{56}Ba$ باريوم	$1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 4s^2\ 3d^{10}\ 4p^6\ 5s^2\ \ 4d^{10}\ 5p^6\ 6s^2$

فيما يلى سنتناول بالدراسة الخواص الفيزيائية والكيميائية لعنصر الكالسيوم كمثال لعناصر الفلزات القلوية الأرضية كما سنستعرض أهم مركبات الكالسيوم واستخداماتها.

☜ الخواص الفيزيائية والكيميائية لعنصر الكالسيوم :

١- جيد التوصيل الكهربي٠

٢- مع الماء :

يتفاعل الكالسيوم مع الماء البارد وبخار الماء بسهولة ويتكون هيدروكسيد الكالسيوم (محلوله يزرق ورقة عباد الشمس الحمراء) ويتصاعد غاز الهيدروجين الذي يشتعل بفرقعة في الهواء٠

$$Ca + 2H_2O \rightarrow Ca(OH)_2 + H_2 \uparrow$$

٣- يحترق الكالسيوم متحدا مع أكسجين الهواء لتكوين أكسيد الكالسيوم ٠

$$2Ca + O_2 \xrightarrow{\Delta} 2CaO$$

٤- يتفاعل الكالسيوم بسهولة مع الهالوجينات مثل الكلور و يتكون كلوريد الكالسيوم٠

$$Ca + Cl_2 \rightarrow CaCl_2$$

أهم مركبات الكالسيوم و استخداماتها

أولاً : كربونات الكالسيوم $CaCO_3$:

توجد كربونات الكالسيوم على عدة صور هي :

١- الحجر الجيري ٢- الطباشير

٣- الرخام ٤- الكالسيت

٥- الطباشير المرسب [ناتج من تفاعل كربونات الصوديوم مع كلوريد الكالسيوم و يدخل في صناعة معجون الأسنان]

للتعرف على بعض الخواص الكيميائية لكربونات الكالسيوم نجري التجربتين التاليتين :

تجربة ١ :

- ضع قطعة صغيرة من الرخام (كربونات الكالسيوم) في بوتقة خزفية موزونة ثم أعد وزنها و بداخلها قطعة الرخام لتقدر وزن الرخام.
- سخن البوتقة وبداخلها قطعة الرخام بشدة لمدة ٢٠ دقيقة .
- زن البوتقة مرة أخرى بعد أن تبرد لتعرف وزن المادة المتبقية بعد تسخين الرخام.

تجربة ٢ :

- ضع عينة من كربونات الكالسيوم في أنبوب زجاجي جاف ثم سخن الأنبوب حتى يتصاعد غاز ٠
- أمرر الغاز الناتج في ماء الجير ٠ ماذا تشاهد؟
- بعد أن يبرد الأنبوب أضف قليلا من الماء إلى ما تبقى من كربونات الكالسيوم بعد التسخين ثم اختبر تأثير المحلول الناتج على ورقتي عباد الشمس ٠

من التجربتين السابقتين نستخلص النتائج الآتية :

١- تتحلل كربونات الكالسيوم إلى الأكسيد و ثاني أكسيد الكربون الذي يعكر ماء الجير .

$$CaCO_3 \xrightarrow{\Delta} CaO + CO_2$$

٢- يتفاعل أكسيد الكالسيوم الناتج ويسمى "الجير الحى" مع الماء ويصاحب ذلك انبعاث كمية كبيرة من الحرارة ويتكون هيدروكسيد الكالسيوم الذى يسمى "الجير المطفأ" ومحلوله قلوى التأثير يزرق ورقة عباد الشمس الحمراء.

$$CaO + H_2O \rightarrow Ca(OH)_2$$

☜أهم استخدامات الحجر الجيرى :

١- تحضير الجير الحى (أكسيد الكالسيوم).

٢- تحضير الجير المطفأ $Ca(OH)_2$.

٣- للتخلص من الشوائب وتكوين الخبث عند اختزال خام الحديد فى الفرن العالى.

٤- **تحضير الأسمنت البورتلاندى صناعياً:**

بتسخين خليط من الحجر الجيرى والطفلة المحتوية على سليكا (الرمل) وأكسيد حديد وأكسيد ماغنسيوم وأكسيد ألومنيوم إلى درجة حرارة تتراوح بين ١٤٠٠ إلى ١٦٠٠°م حيث يحدث انصهار جزئى لمكونات الخليط ثم يطحن ويخلط مع الجبس بنسبة معينة.

٥- **تحضير أسمنت يقاوم الكبريتات :**

الأسمنت البورتلاندى العادى يتفاعل مع ماء البحر ويكون مركب يحتوى على نسبة كبيرة من ألومينات ثلاثى الكالسيوم ($3CaO.Al_2O_3$) يؤدى إلى انهيار الخرسانة لذلك فإن الأسمنت المقاوم للكبريتات يحتوى على نسبة صغيرة جدا من ألومينات ثلاثى الكالسيوم.

ثانياً : الجير المطفأ:

الجير المطفأ $Ca(OH)_2$ شحيح الذوبان فى الماء والرشيح الناتج يسمى ماء الجير ويستخدم فى الكشف عن غاز ثانى أكسيد الكربون.

☜أهم استخدامات الجيرالمطفأ :

١- يدخل فى صناعة الملاط (المونة) وهى مكونة من جير مطفأ ورمل وماء.

٢- يستخدم فى معالجة الأراضى الزراعية الحامضية.

٣- يستخدم فى تحضير الصودا الكاوية.

$$Na_2CO_3 + Ca(OH)_2 \rightarrow 2NaOH + CaCO_3 \downarrow$$

ثالثاً : كبريتات الكالسيوم $CaSO_4$:

- الجبس هو كبريتات الكالسيوم المتبلرة $CaSO_4.2H_2O$.
- عند تسخين الجبس تتكون عجينة باريس.

$$2CaSO_4 .2H_2O \rightarrow 2CaSO_4.H_2O + 3H_2O$$

ومن مميزات عجينة باريس أنها تتصلب وتتمدد بسرعة عند إضافة الماء إليها ولهذا تستخدم فى عمليات تجبير العظام وصناعة التماثيل.

نشاط عملى (الكشف الجاف عن أملاح الكالسيوم):

عند تعريض أملاح الكالسيوم للهب بنزن فإن اللهب يتوهج بلون أحمر طوبى.

الفصل الرابع
عناصر المجموعة الخامسة A (الخامسة عشر)
النيتروجين

أهداف الفصل الرابع:

فى نهاية دراسة الطالب للفصل الرابع ينبغى أن يكون قادراً على أن:

- يتعرف عناصر المجموعة الخامسة A (الخامسة عشر) وتركيبها الألكترونى.
- يتعرف أهم الخواص الفيزيائية والكيميائية لعنصر النيتروجين.
- يجرى نشاطاً عملياً لتحضير غاز الأمونيا بالمعمل.
- يتعرف طريقة تحضير الأمونيا فى الصناعة.
- يتعرف أهم استخدامات غاز الأمونيا.
- يتعرف طرق تحضير الأسمدة النيتروجينية.
- يتعرف أهم استخدامات حمض النيتريك.
- يقدر جهود العلماء فى خدمة وتقدم الانسانية.

الفصل الرابع

عناصر المجموعة الخامسة A (الخامسة عشر) - النيتروجين

تتكون عناصر المجموعة الخامسة A (الخامسة عشر) من خمسة عناصر هى:

$_{7}N$	لافلز(غاز)
$_{15}P$	لافلز(صلب)
$_{33}As$	أشباه فلزات(صلبة)
$_{51}Sb$	
$_{83}Bi$	فلز ضعيف(صلب)

☜التركيب الالكترونى لعناصر المجموعة الخامسة A (الخامسة عشر):

العنصر	التركيب الالكترونى
$_{7}N$النيتروجين	$1s^2\ 2s^1\ 2p^3$
$_{15}P$الفوسفور	$1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^3$
$_{33}As$ الزرنيخ	$1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 4s^2\ 3d^{10}\ 4p^3$
$_{51}Sb$ الأنتيمون	$1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 4s^2\ 3d^{10}\ 4p^6\ 5s^2\ 4d^{10}\ 5p^3$
$_{83}Bi$ البزموت	$1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 4s^2\ 3d^{10}\ 4p^6\ 5s^2\ 4d^{10}\ 5p^6\ 6s^2\ 5d^{10}\ 4f^{14}\ 6p^3$

سيتم دراسة عنصر النيتروجين وأهم مركباته كمثال لعناصر المجموعة الخامسة A (الخامسة عشر) .

النيتروجين $_7N$

☜ الخواص الفيزيائية والكيميائية:

١- غاز عديم اللون والرائحة.

٢- لا يشتعل ولا يساعد على الاشتعال.

٣- يتفاعل مع الهيدروجين فى وجود الشرر الكهربى ويتكون النشادر (غاز الأمونيا).

$$N_2 + 3H_2 \xrightarrow{\text{شرر كهربى}} 2NH_3$$

٤- يتفاعل مع الأكسجين فى وجود قوس كهربى ويتكون أكسيد النيتريك الذى يتأكسد بسرعة إلى ثانى أكسيد النيتروجين.

$$N_2 + O_2 \xrightarrow{\text{قوس كهربى}} 2NO$$
$$2NO + O_2 \longrightarrow 2NO_2$$

٥- يتفاعل النيتروجين مع الفلزات النشطة مثل الماغنسيوم ويتكون نيتريد الفلز.

$$3Mg + N_2 \xrightarrow{\Delta} Mg_3N_2$$

وتتحلل النيتريدات المتكونة بسهولة فى الماء ويتصاعد غاز النشادر.

$$Mg_3N_2 + 6H_2O \rightarrow 3Mg(OH)_2 + 2NH_3$$

٦- يتفاعل مع كربيد الكالسيوم بواسطة القوس الكهربى ويتكون سيانامید الكالسيوم وهوسماد زراعى.

$$CaC_2 + N_2 \xrightarrow{\text{قوس كهربى}} CaCN_2 + C$$

ويعتبر سيانامید الكالسيوم مصدراً للأمونيا فى التربة الزراعية عند عملية الرى.

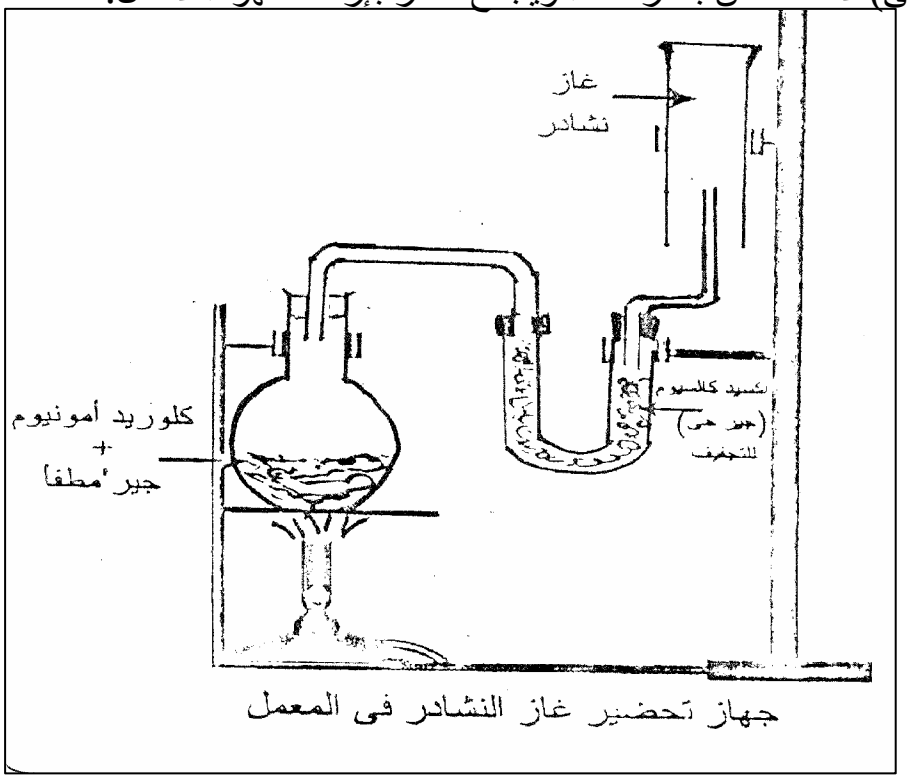
$$CaCN_2 + 3H_2O \rightarrow CaCO_3 + 2NH_3$$

أهم مركبات النيتروجين

أولاً : الأمونيا (النشادر):

التحضير فى المعمل:

بتسخين خليط من الجير المطفأ وكلوريد الأمونيوم وإمرار الغاز خلال مادة مجففة (جير حى) لامتصاص بخار الماء ويجمع الغاز بإزاحة الهواء لأسفل.



جهاز تحضير غاز النشادر فى المعمل

تحضير غاز النشادر فى المعمل

$$2NH_4Cl + Ca(OH)_2 \xrightarrow{\Delta} 2NH_3 + 2H_2O + CaCl_2$$

فى الصناعة:

بطريقة هابر من عنصرى الهيدروجين والنيتروجين فى وجود عوامل حفازة (الحديد والمولبيدنيوم) وتحت ضغط ٢٠٠ جو فى درجة حرارة ٥٠٠°م

$$N_2 + 3H_2 \xrightarrow[500\,^\circ C]{\text{عوامل حفازة}} 2NH_3$$

☜أهم استخدامات غاز الأمونيا:

صناعة الأسمدة النيتروجينية وحمض النيتريك.

أ- صناعة الأسمدة النيتروجينية :

يعتبر النيتروجين من أهم مصادر التغذية للنباتات لأنه عنصر هام فى تركيب البروتين. ويوجد النيتروجين فى التربة ضمن المواد العضوية أو المركبات غير العضوية المكونة للتربة غير أن كمية النيتروجين فى التربة تقل بمرور الزمن ويجب تعويضها بإضافة الأسمدة النيتروجينية أو الأسمدة الطبيعية العضوية.

وعلى الرغم من أن النيتروجين يشكل حوالى $\frac{٤}{٥}$ من حجم الهواء الجوى إلا أن النبات لا يستطيع أن يستفيد منه بشكله الغازى ومن هنا جاءت فكرة إمداد التربة بعنصر النيتروجين على هيئة أملاح الأمونيوم واليوريا التى تذوب فى ماء الرى وتمتصها الجذور بسهولة. ويعتبر النشادر المادة الأولية التى تصنع منها معظم الأسمدة النيتروجينية (الآزوتية).

ويمكن صناعة الأسمدة النيتروجينية غير العضوية بواسطة تفاعلات بين الأمونيا والحمض المناسب لإنتاج أملاح الأمونيوم التى تستخدم كأسمدة غير عضوية.

$NH_3 + HNO_3 \rightarrow NH_4NO_3$ نترات الأمونيوم

$2NH_3 + H_2SO_4 \rightarrow (NH_4)_2SO_4$ كبريتات الأمونيوم (سلفات النشادر)

- نترات الأمونيوم تحتوى على نسبة عالية من النيتروجين (حوالى ٣٥%) وهى سريعة الذوبان فى الماء والزيادة منها تسبب حمضية التربة.
- تعمل كبريتات الأمونيوم على زيادة حامضية التربة لذلك يجب معادلة التربة التى تعالج بصفة مستمرة بهذا النوع من الأسمدة.

ب- استخدام الأمونيا فى صناعة حمض النيتريك:

يتم أكسدة النشادر بواسطة الهواء فى وجود البلاتين فى درجة حرارة ٥٠٠ ْم

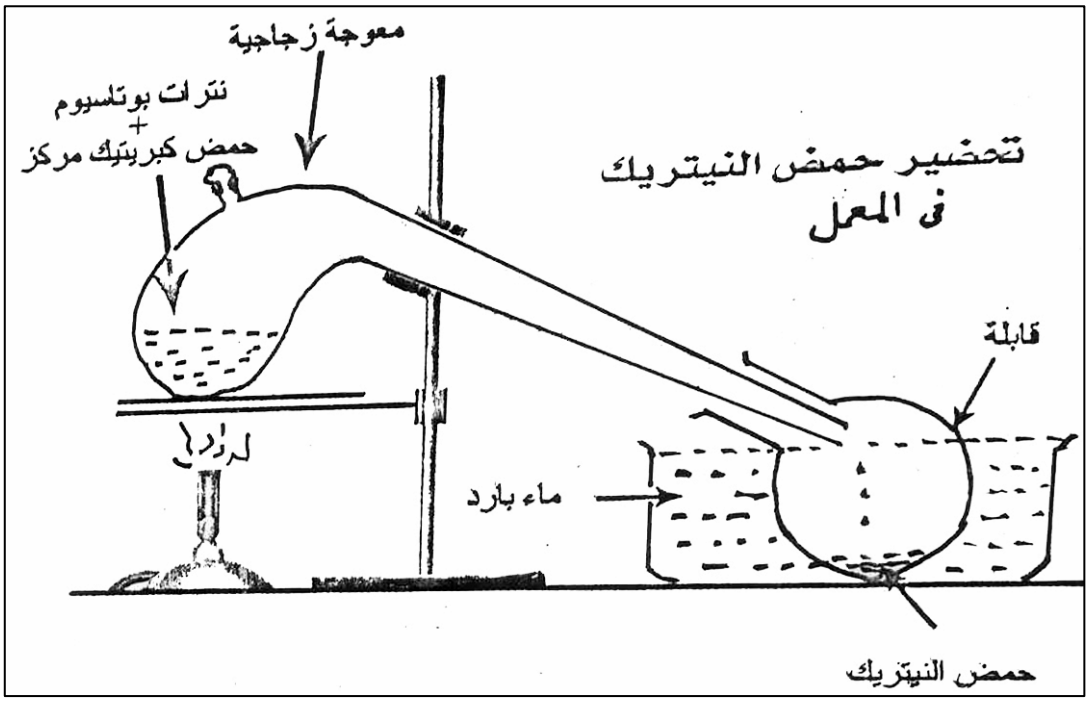
$$4NO + 6H_2O \xrightarrow[500\,^{\circ}C]{\text{عامل حفاز}} 4NH_3 + 5O_2$$

ويتحول أكسيد النيتريك إلى ثانى أكسيد النيتروجين NO_2 الذى يذوب فى الماء مكوناً خليط من حمض النيتريك والنيتروز الذى يتفكك إلى حمض النيتريك.

ثانياً : حمض النيتريك HNO_3:

تحضير الحمض فى المعمل:

بتسخين نترات البوتاسيوم مع حمض الكبريتيك المركز لدرجة لا تزيد عن ١٠٠ ْم فى معوجة زجاجية واستقبال الحمض المتكون فى قابلة زجاجية موضوعة بحوض يحتوى على ماء بارد لتكثيف بخار الحمض.



$$2KNO_3 + H_2SO_4 \xrightarrow[\Delta]{\text{مركز}} K_2SO_4 + 2HNO_3$$

تحضيرحمض النيتريك فى الصناعة:

١- بواسطة أكسدة الأمونيا.

٢- بواسطة القوس الكهربى (بركلاند / آيد):

إمرار خليط من الأكسجين والنيتروجين على شرارة كهربية حيث يتكون أكسيد النيتريك ثم ثانى أكسيد النيتروجين الذى يذوب فى الماء مكوناً حمض النيتريك وحمض النيتروز الذى يتحلل إلى حمض النيتريك.

$$2NO_2 + H_2O \rightarrow HNO_2 + HNO_3$$

$$3HNO_2 \rightarrow HNO_3 + H_2O + 2NO$$

☜أهم استخدامات حمض النيتريك:

١- صناعة سماد نترات الأمونيوم.

٢- عامل مؤكسد قوى.

٣- تحضير أملاح النترات مثل نترات الحديد (III)

$$Fe + 4HNO_3 \xrightarrow[\text{مخفف}]{\Delta} Fe(NO_3)_3 + 2H_2O + NO$$

٤- تحضير حمض الفوسفوريك H_3PO_4:

$$P + 5HNO_3 \xrightarrow[\Delta]{\text{مركز }\%٥٠} H_3PO_4 + H_2O + 5NO_2$$

تذكر أن

١- قاعدة هوند : لا يحدث ازدواج بين الكترونين في المستوى الفرعي الواحد الا بعد أن تشغل جميع أوربيتالاته فرادى أولاً .
٢- الجدول الدوري : يتكون من سبعة دورات أفقية وثمانية عشر مجموعة رأسية .
٣- الصوديوم : من عناصر المجموعة الأولى ومن أهم مركباته هيدروكسيد الصوديوم (الصودا الكاوية) .
٤- من أهم استخدامات الصودا الكاوية :
أ - تدخل فى عديد من الصناعات كصناعة (الورق – الصابون – الحرير الصناعي).
ب - في تنقية البترول من الشوائب الحامضية .
٥- الكالسيوم : من عناصر المجموعة الثانية ومن أهم مركباته (كربونات الكالسيوم – الجير المطفأ – كبريتات الكالسيوم) .
٦- كربونات الكالسيوم : توجد على عدة صور (الحجر الجيري – الرخام – الطباشير – الكالسيت – الطباشير المرسب) .
٧- من أهم استخدامات الحجر الجيري : (تحضير الجير الحي – تحضير الجير المطفأ – التخلص من الشوائب وتكوين الخبث عند اختزال خام الحديد في الفرن العالي – تحضير الأسمنت البورتلاندي صناعياً – تحضر أسمنت يقاوم الكبريتات .
٨- استخدامات الجير المطفأ : صناعة الملاط (المونة)– معالجة الأراضي الزراعية الحامضية – تحضير الصودا الكاوية) .
٩- مركبات النيتروجين : الأمونيا (النشادر) والتس تستخدم في صناعة الأسمدة النيتروجينية وحمض النيتريك

أسئـــــلة عامـــة
على الوحـــدة الثانيـــة

✵ السؤال الأول:

أختر الإجابة الصحيحة مما يأتى:

١- النموذج المقبول للتعبير عن المجال الذى يتحرك فيه الالكترون هو .....

أ- المدار. ب- عدد الكم الرئيسى.

ج- السحابة الالكترونية. د- مستوى الطاقة الرئيسى.

٢- عناصر الأقلاء هى عناصر المجموعة .....

أ- الثانية. ب- الأولى.

ج- السابعة عشر. د- الثالثة.

٣- عدد الالكترونات فى مستوى الطاقة الرئيسى (M) هو ..... الكتروناً.

أ- ٩ ب- ٣٦ ج- ١٨ د- ٨

٤- تتكون الدورة الرابعة من .....

أ- ١٨ عنصراً. ب- ٨ عناصر.

ج- ٣٢ عنصراً. د- عنصران.

٥- جميع الدورات من الجدول الدورى ما عدا السابعة تنتهى بعنصر .....

أ- فلزى. ب- خامل.

ج- انتقالى. د- سائل.

٦- تعتمد الخواص الكيميائية للعناصر على .....

أ- عدد البروتونات فى النواة. ب- عدد الكم الرئيسى.

ج- عدد الالكترونات فى الأوربيتالات البعيدة عن النواة.

د- رقم الدورة الأفقية.

٧- يمكن حساب العدد الأقصى للالكترونات التى يمكن استيعابه فى مستوى طاقة رئيسى معين بالعلاقة .....

أ- n^2. ب- $2n$.

ج- $2n+2$. د- $2n^2$.

٨- يوجد ..... أنواع من المستويات الفرعية.

أ- أربعة. ب- خمسة. ج- ثلاثة. د- ستة.

٩- يعتمد الجدول الدورى الحديث على ترتيب العناصر تصاعديا طبقاً لـ .....

أ- عدد النيترونات. ب- أعدادها الذرية.

ج- عدد مستويات الطاقة الرئيسية. د- أوزانها الذرية.

١٠- تتكون الدورة الأولى من عنصرين هما .....

أ- الهيدروجين والصوديوم. ب- الهيدروجين والليثيوم.

ج- الهيدروجين والهيليوم. د- الهيدروجين والنيون.

١١- يعتبر فلز البوتاسيوم من عناصر .....

أ- الهالوجينات ب- الأقلاء

ج- الأقلاء الأرضية د- المجموعة الخامسة A

١٢- طريقة دونز تستخدم لإستخلاص فلز ..... من خاماته ٠

أ- الحديد ب- النحاس ج- الصوديوم د- الذهب

١٣- عند تفاعل الصوديوم مع الماء ينتج .....

أ- هيدروكسيد الصوديوم

ب- هيدروكسيد الصوديوم و هيدروجين

ج- أكسيد الصوديوم

د- أكسيد الصوديوم و هيدروجين

١٤- يتم تحضير الصودا الكاوية في الصناعة عن طريق التحليل الكهربي لـ .....

أ- محلول كبريتات الصوديوم

ب- محلول كربونات الصوديوم

ج- ملح كلوريد الصوديوم المخفف

د- محلول كلوريد الصوديوم المركز

١٥- عند إضافة محلول هيدروكسيد الصوديوم إلى محلول ملح حديد (III) يتكون راسب.....

أ- أحمر ب- بني محمر

ج- أبيض يتحول إلى أبيض مخضر د- أبيض

١٦- يتفاعل الكالسيوم مع الماء مكوناً .....

أ- أكسيد الكالسيوم. ب- هيدروكسيد الكالسيوم.

ج- هيدروكسيد الكالسيوم وهيدروجين. د- أكسيد الكالسيوم وهيدروجين.

١٧- الطباشير إحدى صور .....

أ- كربونات الكالسيوم. ب- كبريتات الكالسيوم.

ج- نترات الكالسيوم. د- أكسيد الكالسيوم.

١٨- تتحلل كربونات الكالسيوم بالحرارة إلى .....

أ- هيدروكسيد الكالسيوم وثانى أكسيد الكربون.

ب- أكسيد الكالسيوم وثانى أكسيد الكربون.

ج- أكسيد الكالسيوم وأول أكسيد الكربون.

د- هيدروكسيد الكالسيوم وأول أكسيد الكربون.

١٩- يتعكر ماء الجير عند إمرار غاز .....

أ- أول أكسيد الكربون. ب- الأكسجين.

ج- الهيدروجين. د- ثانى أكسيد الكربون.

٢٠- يتفاعل أكسيد الكالسيوم مع الماء ويتكون .....

أ- الجير الحى. ب- الجير المطفأ.

ج- كربونات الكالسيوم. د- محلول حمضى التأثير.

٢١- عند تعريض أملاح الكالسيوم للهب بنزن فإن اللهب يتوهج بلون .....

أ- أصفر ذهبى. ب- أحمر طوبى.

ج- بنفسجى. د- أخضر.

٢٢- الجبس هو .....

أ- عجينة باريس. ب- كربونات الكالسيوم.

ج- كبريتات الكالسيوم. د- كبريتات الكالسيوم المتبلرة.

٢٣- عنصر الفوسفور عنصر .....

أ- لافلزى غازى. ب- لافلزى صلب.

ج- فلزى صلب. د- شبه فلز.

٢٤- عند تفاعل سيانواميد الكالسيوم مع الماء يتصاعد غاز .....

أ- أكسيد النيتريك. ب- الأمونيا.

ج- الهيدروجين. د- ثانى أكسيد النيتروجين.

٢٥- يتفاعل الأكسجين مع النيتروجين فى وجود قوس كهربى ويتكون .....

أ- أكسيد النيتريك.

ب- ثانى أكسيد النيتروجين.

ج- أكسيد النيتريك ثم ثانى أكسيد النيتروجين.

د- أكسيد النيتروز.

٢٦- يتفاعل كربيد الكالسيوم مع النيتروجين فى وجود قوس كهربى ويتكون .....

أ- كربونات الكالسيوم وأمونيا. ب- أكسيد الكالسيوم وكربون.

ج- سيانواميد الكالسيوم وكربون. د- سيانواميد الكالسيوم وأمونيا.

٢٧- عند تسخين خليط من كلوريد الأمونيوم والجير المطفأ يتكون غاز .....

أ- النشادر. ب- أكسيد النيتريك.

ج- ثانى أكسيد النيتروجين. د- الهيدروجين.

٢٨- عند أكسدة النشادر بواسطة أكسجين الهواء يتكون .....

أ- ثانى أكسيد النيتروجين وماء.

ب- أكسيد النيتريك وماء.

ج- أكسيد النيتريك وهيدروجين.

د- نيتروجين وماء.

٢٩- يتم تحضير حمض النيتريك فى المعمل بتسخين نترات البوتاسيوم مع حمض .....

أ- الهيدروكلوريك المركز. ب- الفوسفوريك.

ج- الكبريتيك المركز. د- الكبريتوز.

✵ السؤال الثانى:

اكتب المصطلح العلمى الدال على العبارات التالية:

١- أربعة عشر عنصراً تملأ أوربيتالات المستوى الفرعى (4f).

٢- لا يحدث ازدواج بين الكترونين فى المستوى الفرعى الواحد إلا بعد أن تشغل جميع أوربيتالاته فرادى أولاً.

٣- منطقة أو حيز من الفراغ يحيط بالنواة يكون احتمال تواجد الالكترون فيه كبيراً.

٤- تملأ الالكترونات الأوربيتالات ذات الطاقة الأقل ثم الأعلى.

٥- دورة أفقية تتكون من ثمانية عناصر تبدأ بعنصر الصوديوم وتنتهى بغاز الأرجون ($_{18}Ar$).

✵ السؤال الثالث:

علل لما يأتى:

١- تواجد الكترونين فى نفس الأوربيتال على الرغم من تشابه شحنتهما السالبة.

٢- يمكن حساب العدد الأقصى للالكترونات التى يمكن استيعابه فى مستوى طاقة رئيسى معين وذلك حتى المستوى الرابع فقط.

٣- تشابه الخواص الفيزيائية والكيميائية لعناصر المجموعة الرأسية الواحدة.

٤- يحفظ فلز الصوديوم تحت سطح الكيروسين ٠

٥- يصعب الحصول على فلز الصوديوم من مركباته بالطرق الكيميائية العادية٠

٦- لا يصلح الأسمنت البورتلاندى العادى فى انشاء الخرسانة المسلحة للكبارى.

٧- تسمية عناصر المجموعة الثانية بالفلزات القلوية الأرضية.

٨- المحلول الناتج من ذوبان الكالسيوم فى الماء قلوى التأثير.

٩- يجب معادلة التربة التى تعالج بصفة مستمرة بسماد كبريتات الأمونيوم.

١٠- يعتبر النيتروجين من أهم مصادر التغذية للنبات.

١١- على الرغم من توافر النيتروجين بالهواء الجوى فإن النبات لا يستطيع أن يستفيد منه.

١٢- يعتبر سيانامايد الكالسيوم مصدراً هاماً للأمونيا فى التربة الزراعية.

✵ السؤال الرابع:

ارسم شكلاً تخطيطياً يوضح التركيب الالكترونى لذرات العناصر الآتية:

$$^{40}_{20}Ca - \ ^{23}_{11}Na - \ ^{32}_{16}S - \ ^{14}_{7}N - \ ^{12}_{6}C$$

✵ السؤال الخامس:

"يمكن تشبيه الأثر الذى يحدثه تحرك الالكترون بسرعة هائلة ضمن منطقة معينة تحيط بالنواة بالأثر الذى تتركه حركة دوران أذرع المروحة بسرعة كبيرة"

ناقش هذه العبارة مع زملاءك بالفصل للوصول إلى الشكل المتوقع للالكترونات المحيطة بالنواة.

✵ السؤال السادس:

أجب عن الأسئلة الآتية:

١- اشرح تجربة عملية تثبت بها تفاعل الصوديوم مع الماء لتكوين محلول قلوى التأثير.

٢- اشرح تجربة عملية توضح تأثير الحرارة على كربونات الكالسيوم.

٣- وضح بالتجربة العملية تحضير غاز الأمونيا بالمعمل مع رسم الجهاز المستخدم فى التحضير.

٤- كيف تميز عملياً بين كلوريد الحديد (III) وكلوريد الألومنيوم.

٥- عدد ثلاث استخدامات للحجر الجيرى.

٦- ما أهم استخدامات حمض النيتريك؟

٧- اشرح بالاستعانة بالمعادلات الكيميائية الموزونة طريقة (بركلاند / آيد) لتحضير حمض النيتريك فى الصناعة.

٨- ارسم شكلاً تخطيطياً يوضح الجهاز المستخدم فى تحضير حمض النيتريك فى المعمل.